KOSMOS.

Zeitschrift

für die gesamte Entwickelungslehre,

unter Mitwirkung zahlreicher namhafter Forscher

herausgegeben

von

Dr. B. Vetter.

Jahrgang 1884. Erster Band.

Januar — Juni.

(Der ganzen Reihe VIII. Jahrgang. XIV. Band.)

Mit mehreren Holzschnitten.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1884.

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg, Carl Grüninger, Stuttgart.

505.43 148778

Abhandlungen.

Seite

Blytt, Prof. A., Einige Bemerkungen zu Cl. König's „Untersuchungen über die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate" im Kosmos 1883 254

Brandt, Dr. K., Über Chlorophyll im Tierreich 176

Breitenbach, Dr. W., Mimicry bei Seetieren 19

— — Zoologische Reisen per Segelschiff 133

— — Einige Fälle von schützender Ähnlichkeit aus der brasilianischen Provinz Rio Grande do Sul. (Mit 3 Holzschnitten) 204

Carneri, B., Träumen und Wachen 1

— — Von der Macht des Geistes 241

— — Die Entwickelung der Sittlichkeitsidee 401

Dellingshausen, Baron N., Die Schwere oder das Wirksamwerden der potentiellen Energie, I.—III. Artikel 267. 336. 427

Eisig, Dr. Hugo, Biologische Studien, angestellt in der Zoologischen Station in Neapel, VIII—XI. 303

Focke, W. O., Nägeli's Einwände gegen die Blumentheorie, erläutert an den Nachtfalterblumen 291

Forsyth Major, C. J., Zoogeographische Übergangsregionen 102

Herzen, Prof. Dr. A., Die Veränderungen des Selbstbewußtseins 321

Hoffer, Prof. Dr. Eduard, Einige bisher unbekannte oder wenig bekannte Hummelnester 114

Ihering, Dr. H. von, Mehrzehige Pferde. (Mit 1 Holzschnitt) 99

Johow, Dr. Fr., Vegetationsbilder aus West-Indien und Venezuela. I. Die Mangrove-Sümpfe 415

Keller, Dr. Conrad, Die Abstammungsverhältnisse der Pflanzentiere . . . 120

Koch, Prof. Dr. G. von, Erkennung und Fixierung organischer Formen . . 209

König, Clemens, Moor und Torf. Ein Beitrag zur Untersuchung über die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate . . . 363

— — Entgegnung auf Blytt's „Bemerkungen" etc. 444

Ludwig, Dr. F., Biologische Mitteilungen 40

Schmidt, Dr. E., Die Moundbuilders und ihr Verhältnis zu den historischen Indianern 81. 163

Spencer, Herbert, Die Religion in Vergangenheit und Zukunft 25

Seite

Spengel, Dr. J. W., Darmlose Strudelwürmer 12
Wagner, Moritz, Darwinistische Streitfragen, III. Zweckmäßigkeit und Fortschritt der organischen Gebilde 355
Zehnder, L., Über den Bau der Kometen. (Mit 5 Holzschnitten) 186

Wissenschaftliche Rundschau.

Anatomie: Keller, Dr. Rob., Zur Histologie der Nervenzentren 44
Physiologie: Die mechanische Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut 138
Anthropologie: Vorschläge zur Verbesserung des Menschengeschlechts . . 449
Ethnologie: Fligier, Dr., Graf Géza Kuun über die Urbevölkerung Siebenbürgens und die Religion der Agathyrsen 54
Fligier, Dr., Die Abstammung der Tiroler 56
„ „ „ Der Streit um die Abstammung der Magyaren . . . 142
„ „ „ Die quaternären Rassen Portugals 211
Zoologie: Über die Vorfahrenform der Wirbeltiere 59
Die Entstehung der Korallenriffe 211
Die Verwandtschaftsbeziehungen der Malakostraken 220
Bergh, R. S., Neue Untersuchungen über Cilioflagellaten 384
Müller, Fritz, Jugendgeschichte der Wurzelkrebse 454
Zur Entwickelungsgeschichte der Echinodermen 457
Reichenbach, Dr. Wilh., Über pelagische Insekten 464
Müller, Fritz, Die Zwiegestalt der Männchen der nordamerikanischen Flußkrebse 467
Botanik: Die Wegsamkeit der Zellhäute 65
Keller, Rob., Hybridogener Ursprung der Arten 144
„ Ein neues Pflanzensystem 309
Geologie: Die Eiszeit in den deutschen Alpen, nach A. Penck . . . 148. 224
Chemie: Goldberg, Dr. A., Über den Ursprung des auf der Erde vorhandenen gebundenen Stickstoffs 69
Goldberg, Dr. A., Über blau gefärbtes Steinsalz 154
Meyer, Ernst von, Zur Entwickelungsgeschichte der modernen Chemie 390
Wissenschaftliche Reisen: Die Expedition des „Talisman“ 72

Litteratur und Kritik.

Credner, Dr. H., Elemente der Geologie. 5. Auflage 77
Preyer, Prof. W., Spezielle Physiologie des Embryo. Untersuchungen über die Lebenserscheinungen vor der Geburt. 1. Lief. 78
Seubert, Prof. Dr. Moritz, Grundriss der Botanik 5. Aufl. von W. v. Ahles 79

Seite

Richter, M. M., Tabellen der Kohlenstoff-Verbindungen 80
Die Encyklopädie der Naturwissenschaften im Jahr 1883 157
Penka, Karl, Origines Ariacae. Linguistisch-ethnologische Untersuchungen zur ältesten Geschichte der arischen Völker und Sprachen 231
Bachmann, Otto, Unsere modernen Mikroskope und deren sämtliche Hilfs- und Nebenapparate für wissenschaftliche Forschungen 238
Engelmann, Dr. G. J., Die Geburt bei den Urvölkern. Eine Darstellung der Entwickelung der heutigen Geburtskunde aus den natürlichen und unbewußten Gebräuchen aller Rassen. A. d. Engl. von Prof. Dr. C. Hennig 239
Nehring, Dr. A., Fossile Pferde aus deutschen Diluvialablagerungen und ihre Beziehungen zu den lebenden Pferden. Ein Beitrag zur Geschichte des Hauspferdes 314
Hörnes, Dr. R., Elemente der Paläontologie (Paläozoologie) 316
Internationale Zeitschrift für Allgemeine Sprachwissenschaft, herausgegeben von Dr. F. Techmer 318
Rieger, Dr. Konrad, Der Hypnotismus. Psychiatrische Beiträge zur Kenntnis der sog. hypnotischen Zustände. Nebst e. physiognom. Beitrag von Dr. Hans Virchow 397
Mach, Dr. Ernst, Die Mechanik in ihrer Entwickelung 468
Leunis' Synopsis. I. Teil: Zoologie. 3. Aufl., herausg. v. Prof. Dr. H. Ludwig 470
Darwin, Ch., Entstehung der Arten. Aus dem Englischen von J. V. Carus 7. Auflage 470
Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland etc. I. Bd. Die Pilze von Dr. G. Winter 471
Jäger, Dr. Gustav, Entdeckung der Seele. 3. Aufl. 471

Briefliche Mitteilungen: Breitenbach, Dr. W., Dichogamie zwittriger Tiere 156
Aufruf zu einer Hermann Müller-Stiftung 161
Anfrage, Chr. K. Spengel betreffend 320
Berichtigung, betr. die brasilian. Marantaceen. Von Fritz Müller. . . 472
Quittung über eingegangene Beiträge zur Hermann Müller-Stiftung. 472

Autoren-Register.

A. bedeutet Abhandlungen. R. Autoren der unter „Wissenschaftliche Rundschau“, L. Autoren der unter „Litteratur und Kritik“ besprochenen Werke. Vf. M. Verfasser von Mitteilungen in der „Wissenschaftlichen Rundschau“, Vf. L. Verfasser von Litteraturbesprechungen. Die hier nicht aufgeführten Beiträge zu „Wissenschaftliche Rundschau“ und „Litteratur und Kritik“ stammen vom Herausgeber.

	Seite
Agassiz, A. und L., Korallenriffe von Florida und Westindien	213, 217
Ahles, Prof. W. von, Seubert's Grundriß der Botanik, 5. Aufl. L.	79
Bachmann, Otto, Unsere modernen Mikroskope etc. L.	238
Barrande, Primordialfauna	317
Bergh, R. S., Neue Untersuchungen über Cilioflagellaten. Vf. M.	384
Blytt, Prof. A., Einige Bemerkungen zu Cl. König's „Untersuchungen“ etc. A.	254
Boas, J. E. V., Die Verwandtschaftsbeziehungen der Malakostraken. M.	220
Bower, F. O., Die Wegsamkeit der Zellhäute. R.	65
Brandt, Dr. K., Das Chlorophyll im Tierreich. A.	176
Breitenbach, Dr. W., Mimicry bei Seetieren. A.	19
— Zoologische Reisen per Segelschiff. Eine Anregung. A.	133
— Dichogamie zwittriger Tiere	156
— Einige Fälle schützender Ähnlichkeit aus der brasilianischen Provinz Rio Grande do Sul. Mit 3 Holzschnitten. A.	204
— Über pelagische Insekten. V. M.	464
Brückner, Ed., Die Eiszeit in den deutschen Alpen, nach A. Penck. Vf. M.	148, 224
Carneri, B., Träumen und Wachen. A.	1
— Von der Macht des Geistes. A.	241
— Die Entwickelung der Sittlichkeitsidee. A.	401
Caruel, T., Ein neues Pflanzensystem. R.	309
Credner, Dr. H., Elemente der Geologie. 5. Aufl. L.	77
Dana, über Koralleninseln	213, 219
Darwin, Ch., Entstehung der Korallenriffe, Einteilung etc.	211
— Entstehung der Arten. 7. Aufl. L.	470
Delage, Yves, Jugendgeschichte der Wurzelkrebse. R.	454
Dellingshausen, Baron N., Die Schwere oder das Wirksamwerden der potentiellen Energie. A.	267, 336, 427
Dohrn, A., Entstehung der Hypophysis bei *Petromyzon*	60
Du Prel, Dr. Carl, Bedeutung des Traumes	1
Eisig, Dr. Hugo, Biologische Studien, angestellt in der zoologischen Station in Neapel. VIII—XI. A.	303
Elsberg, Dr. L., Bau der pflanzlichen Zellhaut. R.	68
Engelhardt, H., Elemente der Geologie von Credner. Vf. L.	77
— Elemente der Paläontologie von Dr. R. Hörnes. Vf. L.	316
Engelmann, Th., Chlorophyll	177
Engelmann, Dr. G. J., Die Geburt bei den Urvölkern. L.	239
Entz, Géza, Chlorophyll	177
Faxon, Walter, Dimorphismus des nordamerikanischen Flußkrebses. R.	467
Fligier, Dr., Über die Urbevölkerung Siebenbürgens u. s. w. Vf. M.	54
— Die Abstammung d. Tiroler. Vf. M.	56
— Der Streit um die Abstammung der Magyaren. Vf. M.	142
— Die quaternären Rassen Portugals. Vf. M.	211

Seite

Fligier, Dr., Origines Ariacae, von Karl Penka. Vf. L. . . 231
— Die Geburt bei den Urvölkern, von Dr. G. J. Engelmann. Vf. L. 239
Focke, W. O., Hybridogener Ursprung der Arten. R. 144
— Nägeli's Einwände gegen die Blumentheorie, erläutert an den Nachtfalterblumen. A. 291
Forsyth Major, C. J., Zoogeographische Übergangsregionen. A. 102
Galton, Francis, Inquiries into Human Faculty and its Developement. R. 449
Gardiner, Protoplasmafäden in den Zellwänden 66
Geddes, Patrik, Chlorophyll . . 177
Geikie, A., Die Entstehung der Korallenriffe. R. 211
Göbel, Prof. Dr. K., Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane. L. 158
Goldberg, Dr. A., Über den Ursprung des auf der Erde vorhandenen gebundenen Stickstoffs. Vf. M. 69
— Tabellen der Kohlenstoffverbindungen von Richter. Vf. L. . 80
— Über blaugefärbtes Steinsalz. Vf. M. 154
Golgi, Zur Histologie der Nervenzentren (Forts). R. 44
— Verteilung der Ganglien . . . 242
Goltz, Prof. Friedr., Funktionen der Nervenzentren 243
Gourret, P., Cilioflagellaten. R. 384
Graff, L. von, Monographie der Turbellarien 13
— Rüssel der Rhabdocoelen . . . 60
Griesinger, W., Umwandlung des Ich 328
Haeckel, E., System der Medusen 125
Hagen, Prof. H. A., Äußerung über Chr. K. Sprengel . . . 320
Herzen, Prof. Dr. A., Die Veränderungen des Selbstbewußtseins. A. 321
Hoffer, Prof. Dr. Ed., Einige bisher unbekannte oder wenig bekannte Hummelnester. A. . . 114
Hörnes, Dr. R., Elemente der Paläontologie (Paläozoologie). L. 316
Hubrecht, Prof. A. A. W., Die Vorfahrenform der Wirbeltiere. R. 59
Hunfálvy, Paul, Abstammung der Magyaren. R. 142
Huxley, Über Darmlosigkeit mancher Parasiten 12

Seite

Ihering, Dr. H. von, Mehrzehige Pferde. (Mit 1 Holzschnitt.) A. 99
Jäger, Prof. Dr. G., Entdeckung der Seele. 3. Aufl. L. 471
Johow, Dr. Fr., Vegetationsbilder aus West-Indien und Venezuela. I. Die Mangrove-Sümpfe. A. . . 415
Keller, Dr. Conrad, Die Abstammungsverhältnisse der Pflanzentiere. A. 120
Keller, Dr. R., Zur Histologie der Nervenzentren. Vf. M. . . . 44
— Die Expedition des Talisman. Vf. M. 72
— Hybridogener Ursprung der Arten. V. M. 144
— Ein neues Pflanzensystem. Vf. M. 309
— Fossile Pferde aus deutschen Diluvialablagerungen etc. (von Dr. A. Nehring). Vf. L. 314
Kenngott, A., Handwörterbuch der Mineralogie etc. L. . . . 159
Klebs, G., Cilioflagellaten. R. . 384
Koch, Prof. Dr. G. von, Erkennung und Fixierung organischer Formen. A. 209
König, Clemens, Kritik seiner „Untersuchungen" etc. 254
— Moor und Torf, ein Beitrag zur Untersuchung u. s. w. A. . . . 363
— Entgegnung auf Blytt's „Bemerkungen" u. s. w. A. . . . 444
Kuun, Graf Géza, Über die Urbevölkerung Siebenbürgens und die Religion der Agathyrsen. R. 54
Ladenburg, Prof., Handwörterbuch der Chemie. L. 160
Lasaulx, A. von, Handwörterbuch der Mineralogie etc. L. . . . 159
Leuckart, R., Begründung des Coelenteratentypus 122
— Polymorphismus 123
Leunis' Synopsis, I. Zoologie. 3. Aufl. bearbeitet von Ludwig. L. 470
Ludwig, Dr. F., Biologische Mitteilungen. A. 40
Ludwig, Prof. Dr. H., Entwickelung der Echinodermen. R. . . 457
— Leunis' Synopsis, I. Zoologie. 3. gänzlich umgearbeitete Aufl. 1. Bd., 2. Hälfte. L. 470
Luerssen, Dr. Chr., Rabenhorst's Kryptogamenflora. III. Farnpflanzen. L. 471
Mach, Prof. Dr. Ernst, Die Mechanik in ihrer Entwickelung historisch-kritisch dargestellt. L. 468
Major, Forsyth, siehe Forsyth Major.

Seite

Marc Aurel 241, 251
Martins, Charles, Moränen- und Schotterbildungen 150
Meyer, Ernst von, Zur Entwickelungsgeschichte der modernen Chemie. Vf. M. 390
Milne-Edwards, A., Die Expedition des „Talisman". R. . . 72
Müller, Fritz, Anfrage, Chr. K. Sprengel betreffend 320
— Jugendgeschichte der Wurzelkrebse. Vf. M. 454
— Die Zwiegestalt der Männchen des nordamerikanischen Flußkrebses. Vf. M. 467
— Berichtigung 472
Müller, Hermann, Aufruf zu einer Stiftung für — 161
—, — Stiftung, eingegangene Beiträge zur — 472
Müntz u. Aubain, Bildung von Stickstoffverbindgn. durch Elektrizität R. 71
Murray, Über Korallenriffe und ozeanische Inseln 214
Nägeli, C. von, Einwände gegen die Blumentheorie 291
Nathorst, Flora Spitzbergens . 257
Nehring, Prof. A., Die Kegelrobbe *(Halichoerus grypus)*. R. 64
— Fossile Pferde aus deutschen Diluvialablagerungen etc. R. . . . 314
Passow, A., Vorschläge zur Verbesserung d. Menschengeschlechts. Vf. M. 449
Paula e Olivera, Francisco de, Die quaternären Rassen Portugals. R. 211
Penck, Dr. A., Die Eiszeit in den deutschen Alpen. R. . . 148, 224
Penka, Karl, Origines Ariacae, linguistisch-ethnologische Untersuchungen. L. 231
Perrier, E, Die Expedition des „Talisman". R. 72
Pouchet, G., Cilioflagellaten. R. 384
Preyer, Prof. W., Spezielle Physiologie des Embryo. L. . . . 78
— Die Mechanik in ihrer Entwickelung etc. (von Mach) Vf. L. . . 468
Rabenhorst's Kryptogamenflora, I. u. III. L. 471
Rau, Albrecht, Die Theorien der modernen Chemie. R. 390
Reichenow, Dr. A., Handwörterbuch der Zoologie u. s. w. L. . 158

Seite

Richter, M. M., Tabellen der Kohlenstoffverbindungen. L. . . . 80
Rieger, Dr. K., Der Hypnotismus, psychiatrische Beiträge u. s. w. L. 397
Rolle, F., Handwörterbuch der Mineralogie etc. L. 159
Schmidt, Dr. E., Die Moundbuilders und ihr Verhältnis zu den historischen Indianern. I, II. A. 81, 163
Selenka, Prof. Dr. E., Die Keimblätter der Echinodermen. R. . 457
Semper, C., über Korallenriffe 212, 213, 216
Seubert's Grundriß der Botanik, 5. Aufl. von W. v. Ahles. L. . 79
Spencer, Herbert, Die Religion in Vergangenheit und Zukunft. A. 25
— Definition des Lebens 356
Spengel, Dr. J. W., Darmlose Strudelwürmer. A. 12
Sprengel, Chr. K., Anfrage, — betreffend, von Fritz Müller . 320
Stein, Fr. von, Cilioflagellaten. R. 384
Tappeiner, Dr. Franz, Die Abstammung der Tiroler. R. . . 56
Techmer, Dr. F., Internationale Zeitschrift für allgemeine Sprachwissenschaft. 1. Heft. L. . . 318
Vámbéry, Herm., Ursprung der Magyaren. R. 142
Virchow, Dr. Hans, Physiognomischer Beitrag zu: Rieger, Hypnotismus. L. 397
Wagner, Moritz, über Mimicry . 22
Wagner, Prof. Dr. Moritz, Darwinistische Streitfragen III. A. 355
Wallace, Tiergeographische Regionen 102
Warming, Prof. E., über Bestäubung von *Philodendron* 40
White, Buchanan, Pelagische Insekten des „Challenger". R. . . 464
Wiedersheim, Prof. R., Die mechanische Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut. R. 138
Winter, Dr. G., Rabenhorst's Kryptogamenflora, I. Pilze. L. . 471
Wittjen u. Precht, Über blau gefärbtes Steinsalz. R. . . . 154
Wittstein, Prof. G., Handwörterbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreichs. L. 158
Zehnder, L., Über den Bau der Kometen. A. 186
Zopf, Dr. W., Die Spaltpilze. L. 157

Sach-Register.

Abstammung der Magyaren 142.
Abstammungsverhältnisse, Die, der Pflanzentiere 120.
Ackerbau der Moundbuilders 92.
Acoela (Uljanin) 12, 13.
Ähnlichkeit, schützende, bei brasilianischen Insekten 204.
Ätherstoßtheorien 268.
Afrika, tertiäre Landverbindungen 104.
Agathyrsen, Religion der, 54.
Aiptasia diaphana 181.
Aktinien, von Nacktschnecken nachgeahmt 20, Ernährung durch einzellige Algen 180, Sauerstoffentwickelung derselben 184.
Algen, einzellige, in Tieren 177, in Aktinien 180, Art der Verwertung 183, Bedeutung ihrer Sauerstoffentwickelung 184.
Algerien, Herpetologie 108.
Alpen, Die Eiszeit in den deutschen — 148, 224.
Alter der nordamerikanischen Mounds 97.
Amaryllideae 300.
Ammonshorn, Histologie des, 49.
Anfrage, Chr. K. Sprengel betr. 320.
Antennarius pictus, laicht auf *Sargassum*-Büscheln 74.
Anthea cereus 182.
Anthospermae 309, 313.
Aphanostoma Örst. 13.
Apocynum hypericifolium, Blüteneinrichtung 42.
Arier, älteste Geschichte der — 231, Ursitz 233.
Arten, durch Hybridation entstehend 144.
Arthrodele Flagellaten Stein's 385.
Arthrostraken 221.
Aspidium Filix-mas 66.
Asterina gibbosa, Entwickelung 458.
Atolls, Bildung von — durch submarine Aufschüttung 215.
Atomverkettung 394.
Auflösung als Gegensatz zur Entwickelung 30.
Aufruf zu einer Hermann Müller-Stiftung 161.
Austro-orientalische Übergangsregion 113.
Avicennia 416, 422.
Banyanenform 418.
Bastardierung, liefert neue Arten 144.
Bau der Kometen 186.
Beharrungsvermögen 343.
Beleuchtung, Einfluß künstlicher, — auf verschiedene Seetiere 303.
Berichtigung, Marantaceen betr. 472.
Bewegungsmoment der Körper 431, inneres — 433.
Bewußtsein, physisches Gesetz des —, v. A. Herzen 322, doppeltes — 329.
Biologische Mitteilungen v. Dr. F. Ludwig 40.
Biologische Studien aus der Zoologischen Station in Neapel. VIII—XI. 303.
Blaue Färbung von Steinsalz 154.
Blumenkronenröhren, Verlängerung durch Insektenreiz 292.
Blumentheorie, Einwände Nägeli's gegen die — 291, — Sprengel's 320.
Bombus pratorum 114, *B. Latreillelus* 115, *mastrucatus* 116, *cognatus* 117, *hortorum* 118, *soroënsis* 119.
Botanik, Grundriß der — (Seubert — W. v. Ahles) 79.
Botanik, Handbuch der, 157.
Bryogamae 310, 311.
Cambarus, Dimorphismus der Männchen 467.
Campanula medium 43.
Canis antarcticus, Falklandsinseln 360.
Carinella, Rüsselscheide 62.
Cassiopea borbonica 305, 306.
Cereactis aurantiaca 182.
Cerebratulus, Rüsselscheide 62.
Cereus grandiflorus 299.
Certhidea 361.

Characeen *(Schistogamae)* 310, 311, 313.
Chemie, Handwörterbuch der — 160.
Chemie, Zur Entwickelungsgeschichte der modernen — 390.
Chlorophyll im Tierreich 176, physiologische Bedeutung 179.
Chorda dorsalis 59, von der Rüsselscheide der Nemertinen abgeleitet 62.
Chromodoris gracilis 21.
Chromophyll 178.
Cilioflagellaten, Neue Untersuchungen über — 384.
Cladopyxiden 387.
Coelenteraten, Begründung des Typus 122.
Coelomsäcke 461.
Cönästhesie (Gemeingefühl) 325.
Coma der Kometen 187, 195, Ringform derselben 199.
Conidiophorae 310, 314.
Convoluta 12, 13.
Convolvulus sepium 299.
Crenilabrus-Arten 306, Eiablage 308.
Ctenophoren 126.
Cumaceen 222.
Cyrtomorpha v. Gr. 13.
Dacier = Agathyrsen 55.
Darmlosigkeit mancher Strudelwürmer 12.
Darwinistische Streitfragen III. 355.
Dekapoden 222.
Dichogamie zwittriger Tiere 156.
Dichtigkeit der Körper 427, 440.
Diluvialpferd, deutsches, französisches etc. 315.
Dimorphe Pflanzen 311.
Dinophysiden 385.
Drepanophorus, Nervenstämme 61.
Echiniden, Furchung 459.
Echinodermen, Zur Entwickelungsgeschichte der — 457.
Einheit des Ich 323, 335.
Eiszeit, Die, in den deutschen Alpen, nach A. Penck 148, 224, Ursachen der — 229.
Elastische Körper 347.
Embryo, Spezielle Physiologie des — (W. Preyer) 78.
Empis aestiva 42, 44.
Encyklopädie d. Naturwissenschaften, Die, i. J. 1883 157.
Energie, potentielle 267, 336, 427.
Entdeckung der Seele (G. Jäger) 471.
Enterocoel bei Nemertinen 63.
Entstehung der Arten, Darwin's, — 7. Aufl. 470.
Equus caballus in Südamerika 100, — *fossilis* 314.
Erkennung u. Fixierung organ. Formen 209.
Ethik 404, 411.
Euphausiiden 221.
Explosivstoffe 69.
Exzentrizität der Erdbahn 265, 447.
Fallen, Das, der Körper 350.
Farnpflanzen (Dr. Chr. Luerssen) 471.
Ficus elastica, Blattstiel 69.
Ficus indica 418.
Finken auf den Galapagos 360.
Fische des Sargassomeeres 23.
Fische, Verhalten gegen künstl. Beleuchtung 303, medusenfressende — 305.
Flimmerepithel, neue Auffassung des — 141.
Floren Norwegens 254, 257, 446, — Spitzbergens 257.
Florida, Korallenriffe 217.
Flügellosigkeit pelagischer Insekten 465.
Flußkrebs, nordamerikan., Zwiegestalt der Männchen 467.
Freiheit, Problem der — 247.
Furchung des Echinodermeneies 458, 463.
Galapagos, Finkenarten 360.
Geburt, Die, bei den Urvölkern 239.
Gedächtnis 323, 327.
Geist, Von der Macht des — 241, Wesen des — 245.
Geistertheorie Spencer's 25.
Gelbe Zellen in Meerestieren 178
Genetische Darstellung der Entwickelung der Mechanik 468.
Geologie, Elemente der — (H. Credner) 77.
Geospiza 360.
Geraniaceae 301.
Germanen, nordische Urheimat 234.
Geschlechtsorgane der Acölen 17.
Gewicht, spezifisches 427, 438, 440.
Glazialformation 149.
Gletschererosion 227.
Golfstrom, Ursachen des — 264, 448.
Gonochorismus, successiver 18, 156.
Graphik 319.
Gravitationstheorien 267, 336.
Gravitationswellen 336, 341.
Gymnogamae 310, 312.
Gynospermae 309, 313.
Halichoerus grypus 64.
Halobates, Halobatodes, pelagische Hemipteren 464, Lebensweise 466.
Handwörterbuch der Zoologie etc. 158, — der Pharmakognosie des Pflanzenreichs 158, — der Mineralogie etc. 159, — der Chemie 160.
Hauspferd, Beitrag zur Geschichte des — 314.
Hellenen, Urheimat und Urtypus 255.
Heuschrecke, Spinnen nachahmend 208.
Hilfsmännchen von *Sacculina* 456.
Histologie, Zur, der Nervenzentren 44.
Holarktische Region 111.
Hügelmounds 84.

Hummelnester, nicht od. wenig bekannte — 114.
Huyghens'sches Prinzip 275, 277, 435.
Hybridogener Ursprung der Arten 144.
Hydrocoel 461.
Hypnotismus, Entdeckung des — 2. Psychiatrische Beiträge zur Kenntnis des — 397.
Hypophysis cerebri 59, vom Rüssel der Nemertinen abgeleitet 60.
Ich, Bewußtsein von der Kontinuität des — 323.
Idioplasmatheorie Nägeli's 291.
Indianer, historische, ihr Verhältnis zu den Moundbuilders 81, 163, Ackerbau 163, feste Plätze und Häuser 164, Mounds 166, Geräte 168, Kupfer 169, Töpferei u. s. w. 170, Schädel 171, Vorgeschichte und Traditionen 172, Sprache 175.
Innthal, Das, zur Eiszeit 151, 224.
Insekten, pelagische 464.
Intracelluläre Verdauung 138.
Intussusceptionslehre, beschränkte Berechtigung der, 68.
Irideae 300.
Isolierung, Einfluß der — 358.
Italiens Säugetiere 105, Reptilien und Amphibien 106.
Kapverdische Inseln, marine Fauna 74.
Katalepsie 398.
Kegelrobbe 64.
Keimblätter der Echinodermen 457, mittleres — 463.
Kentrogoniden (Wurzelkrebse) 454.
Kinetische Naturlehre 270, 338.
Kjökkenmödinger in Portugal 211.
Kleinhirn, Histologie seiner Windungen 44.
Klimaschwankungen 230.
Klimawechsel 254.
Kohlenstoffverbindungen, Tabellen der — (M. Richter) 80.
Kometen, Über den Bau der — 186, Zusammensetzung aus Meteoriden 192, Atmosphären derselben 193, Schweif 195, Spektrum 201, Temperatur 201, Verkleinerung durch andere Himmelskörper 202.
Kometenschweif, eine Lichtzone 195, allmähliche Entwickelung 198.
Kometentheorie, elektrische 187.
Kontinentalklima 255, 446.
Kopf der Kometen 186, 192.
Kopfspalten der Nemertinen 64.
Korallenriffe, Die Entstehung der — 211, frühere Theorien 212, Resultate der Challengerexpedition 214, submarine Aufschüttungen 215, Bildung v. Atolls 215, Einfluß d. Meeresströmungen 216, Riffe von Florida 217, neuere Hebungen in Westindien 218, Aufbau der Koralleninseln 220.
Krabben im Tang 22, auf Holz 23.
Kryptogamenflora, Rabenhorst's, I. Pilze 471, III. Farne 471.
Labrax lupus, Eiablage 306.
Ladiner in Tirol 56.
Langia, Nervenstämme 61.
Lebendiggebärende Pflanzen 415, 421, 422.
Lebensprozeß, Definition des — 356.
Lichtliebende Seetiere 303.
Liliaceae 299.
Lippfische, Eiablage 306, 308.
Lymphkörperchen, binden die Peptone 139, nehmen Fettmoleküle auf 140.
Magnetismus, tierischer 2.
Magyaren, Der Streit um die Abstammung der — 142.
Makrelen, Medusen anfressend 306.
Malakophilie v. *Philodendron* 40.
Malakostraken, Verwandtschaftsbeziehungen der — 220.
Mangrove-Sümpfe 415, -Bäume 416, Tierwelt der — 424.
Männchen, Dimorphismus der — des nordamerik. Flußkrebses 467.
Marantaceen, brasilianische 472.
Marokko, marine Fauna der Westküste 72, Herpetologie 107.
Masse und Dichtigkeit der Körper, Bedeutung der, 427.
Massendruck, Theorie des — 269, 338.
Materie, Wesen der — 272.
Mechanik, Die, in ihrer Entwickelung 468.
Mechanische Aufnahme, Die, der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut 138.
Meduse, Homologie mit dem Hydropolyp 123.
Medusenfressende Fische 305.
Meeresströmungen, Einfluß auf die Korallenriffe 216.
Meeresströmungen 264.
Mehrzehige Pferde (Dr. H. v. Ihering) 99.
Melasomen 361.
Menschengeschlecht, Verbesserung des — 449.
Mesenchym der Echinodermen 460, morpholog. Bedeutung 463.
Mesostoma Ehrenbergi 17.
Migrationstheorie 356.
Mikroskope, Unsere modernen — 238.
Mimicry bei Seetieren 19.
Mineralogie etc., Handwörterbuch der — 159.
Mittelmeergebiet, tiergeographisch 103.
Moor und Torf 363, ökonom. Bedeutung der Moore 364, Aufbau 366.
Moral in der Volksschule 251.
Moral, Unterschied von Sittlichkeit 411.

Moränenwälle 152, Zerstörung durch Gletscherwässer 153, nördlichste Grenze 225, Bildungszeit 226.
Moundbuilders, Die, und ihr Verhältnis z. d. histor. Indianern 81, 163, Form u. Verbreitung ihrer Bauten 84, Technik, Ackerbau 91, Knochenreste 96, Altersbestimmungen der Mounds 97, Tradition darüber 98, Vergleichung mit d. histor. Indianern 163, Sagen der letzteren 171, Linguistik 175.
Mund der Acölen 13.
Mysideen 221.
Mysis-Larven mit leuchtenden Augen 73.
Nachtfalterblumen 291, 297, 298.
Nacktschnecken, Aktinien u. Tang nachahmend 20, 21.
Nadina Ulj. 13.
Nahrungsmittel, mechanische Aufnahme der — 138.
Nearktisch-neotropische Übergangsregion 111.
Nebalia 221.
Nemertinen, als Vorläufer der Wirbeltiere 59.
Nephrodium villosum 66.
Nervensystem, Mangel des, bei Acölen 16.
Nervensystem der Nemertinen u. Wirbeltiere 61.
Nerventhätigkeit, Beziehungen zum Bewußtsein 321.
Nervenzentren, zur Histologie der — 44.
Noktiluciden 387.
Nordamerika, Vorgeschichte von, durch die Mounds erläutert 83, nach Traditionen der Indianer 98, 172.
Nordtirol, letzte Vergletscherung 149, ältere Vergletscherungen 224.
Norwegen, Klima 254, 444, Torfmoore 365, 447, Flora 254, 257, 446, Muschelbänke und Terrassen 263, 372, Einfluß der Meeresströmungen 264, 448.
Oberbayern, letzte Vergletscherung 149, ältere Vergletscherungen 224, Bildung der Seen 227.
Octopus vulgaris: lichtscheu 303, Selbstverstümmelung 304.
Oedipoda 207.
Ohrenrobben, Gebiß 65.
Ophiuriden, Furchung 459.
Orchideae 300.
Organische Formen, Erkennung u. Fixierung der — 209.
Origines Ariacae 231.
Ostgoten, Reste der, in Tirol 58.
Otariidae, Gebiß 65.
Paläontologie (Paläozoologie), Elemente der — 316.
Palau-Archipel, Korallenriffe 217.
Panästhesie (Gesamtgefühl) 325.
Patholog. Erscheinungen bei Seetieren 304.
Pelagische Insekten 464.
Peltogaster socialis 456.
Peptone, Bindung der — durch die Lymphzellen des Darms 139.
Peridiniden 386.
Pferde, mehrzehige 99, fossile — aus deutschem Diluvium 314.
Pflanzenorgane, Vergleichende Entwickelungsgeschichte der (Prof. Göbel) 158.
Pflanzensystem, Ein neues — 309.
Pflanzentiere, Die Abstammungsverhältnisse der — 120.
Pharmakognosie, Handwörterbuch der — des Pflanzenreichs 158.
Phasma, flügellose Art 207.
Philodendron bipinnatifidum Schott, zur Anpassung des, 40.
Phonetik 318.
Phosphoreszenz von Meerestieren 72.
Phylloperta lanceolata, blätternachahmend 204.
Physiologie, Spezielle, des Embryo (W. Preyer) 78.
Pikermifauna 104.
Pilze (Dr. G. Winter) 471.
Plasmodicae (Myxomyceten) 310, 313.
Plasmolyse 66.
Pollen, mischkörnig bei hybridogenen *Rubus*-Arten 147.
Polydaktylie lebender Pferde 99.
Polyp, Homologie mit der Meduse 123.
Portugal, die quaternären Rassen von—211.
Primordialfauna, nach Barrande und Hörnes 317.
Proporus O. Schm. 13.
Prorocentrinen 385.
Proscopia, Grashalme nachahmend 206.
Prothallogamae 310, 311.
Psychiatrische Beiträge zur Kenntnis des Hypnotismus 397.
Pterochroza, einem grünen Blatt ähnlich 204.
Puterae (Characeen) 310, 313.
Rätier, Räto-Romanen 56.
Rechtspflege 248.
Reisen, Zoologische, per Segelschiff 133.
Reliefbildermounds 87.
Religion, die, in Vergangenheit und Zukunft 25.
Restitutions-, Retentions-Atavismus 101.
Rhizophora Mangle 416, Wurzelgerüst 417, Höhe 419, Blattstellung 419, Keimung 420, Trichoblasten 423.
Rhizostoma pulmo 305.
Rio Grande do Sul, Fälle schützender Ähnlichkeit aus — 204.
Rubiaceae 301.
Rubus-Arten, Verschiedenheit des Pollens 145, Fruchtbarkeit ihrer Bastarde 146.

Rüssel der Nemertinen 60.
Rüsselscheide der Nemertinen 62.
Ruta graveolens, Dysparaphyt von *Apocynum* 43.
Sacculina Carcini, Entwickelung 454.
Sargassomeer 19, 74, Beschaffenheit des Grundes 75.
Sargassum, Herkunft des — im Sargassomeer 75.
Schädel etc. der Moundbuilders 96.
Schistogamae (Characeen) 310, 311, 313.
Schizoprora 13.
Schizosporophorae 310.
Schmetterlingspuppe, einen dürren Zweig nachahmend 208.
Schraubenförmige Kurven 278, 346.
Schrittweise Wanderung der Pflanzen 255, 446.
Schwere, Die, oder das Wirksamwerden der potentiellen Energie 267, 336, 427.
Schwere, Die, der Körper 343, 437.
Scyphopolypen 126, 128.
Seebarsche, Eiablage 306.
Seele, Feststellung des Begriffes 243, Verhältnis zum Geist 245.
Seele, Entdeckung der, (G. Jäger) 471.
Seen Oberbayerns, durch Gletscher erodiert 228.
Seetiere, Mimicry bei — 19.
Segelschiffreisen 24.
Sehkraft, geistige 452.
Selbstbewußtsein, Die Veränderungen des 321.
Selbstentzündung 375.
Senkungstheorie Darwin's zur Erklärung der Korallenriffe 211.
Siebenbürgen, Urbevölkerung von, 54.
Sileneae 302.
Sinneswahrnehmungen, Schärfe der 451.
Siphonophoren 126.
Sittlichkeitsidee, die Entwickelung der — 401.
Skandinavien als Urheimat der Arier 233.
Solaneae 300.
Spaltpilze (Dr. W. Zopf) 157.
Sphaerozoum punctatum 182.
Sphagnum 366, 377.
Spongien, Verhältnis zu den Coelenteraten 131.
Sprachwissenschaft, Internationale Zeitschrift für allgemeine — 318.
Squilliden 222.
Stäbchenzellen der Turbellarien 14.
Steinsalz, Über blau gefärbtes 154.
Steppentiere im deutschen Diluvium 314, 316.
Stickstoff, Ursprung des auf der Erde vorhandenen gebundenen — 69.
Stiftung, Herm. Müller —, Beiträge zur — 472.
Strudelwürmer, darmlose 12.
Strukturtheorie 392, 394.
Stützwurzeln der Mangrovebäume 417, 423.
Symbiose 184.
Synapta digitata, Furchung 458, Entstehung des Nervensystems 462.
Synopsis von Leunis, I. Zoologie 470.
Tagfalterblumen 297, 298.
Tahiti, Korallenriff von — 215.
„Talisman", die Expedition des — 72.
Technik der Moundbuilders 91, Geräte aus Stein, Kupfer 93, aus Thon 94, Tabakspfeifen mit Tierbildern 95.
Tempelmounds 85.
Tetrasporophorae 310, 314.
Thallodeae (Thallophyten p. p.) 310, 313.
Theorien, die, der modernen Chemie 390.
Tiefseefauna westlich von Marokko 73, im Sargassomeer 76.
Tiere mit Chlorophyllkörpern 176, mit selbsterzeugtem Chlorophyll 179.
Tiergeographische Regionen, nach Wallace 102.
Tierleben der Mangrovewälder 424.
Tiroler, Die Abstammung der — 56.
Torf, Moor und — 363, Zusammensetzung des — 367, Verkohlung 372, 374, Bedingungen zur Bildung von — 378, Wachstumsgeschwindigkeit 382.
Torfmoore Norwegens 263, 365, 447, Aufbau der — 366, — an der Nordseeküste 380.
Totalenergie der Körper 283, 339.
Trägheit der Körper 434, 437.
Traumorgan du Prel's 3, 5.
Träumen und Wachen 1.
Trichoblasten 423.
Trimorphe Pflanzen 310.
Tumuli (Begräbnismounds) in Nordamerika 90.
Turbellarien 12.
Türkischer Ursprung der Magyaren 143.
Typentheorie Gerhardt's 392.
Übergangsregionen, zoogeographische 102.
Übernatürliches, Scheidung vom Natürlichen 28.
Übung, zweckthätige, der Organe 362.
Unbewußte, das, 3, 8.
Urvölker, Die Geburt bei den — 239.
Urzellen des Mesenchyms 460, 463.
Vegetationsbilder aus Westindien und Venezuela 415.
Venezuela, Vegetationsbilder aus — 415.
Veränderungen, Die, des Selbstbewußtseins 321.
Verbesserung des Menschengeschlechts, Vorschläge zur — 449.
Verdienst, Verantwortlichkeit 248.
Vergletscherung, letzte, von Oberbayern und Nordtirol 149, ältere — 224.

Verwandtschaftsbeziehungen, Die, der Malakostraken 220.
Vorfahrenform, Über die, der Wirbeltiere 59.
Vorschläge zur Verbesserung des Menschengeschlechts 449.
Waldreste im Torf 366, 368.
Wallmounds 84.
Wanderung, schrittweise, der Pflanzen 255, 446.
Wanderzellen, ein uraltes Erbstück 140.
Wechsel extremer Klimate 254, 444.
Wechselwirkung von Blumen und Insekten 293.
Wegsamkeit, Die, der Zellhäute 65.
Wellen, stehende 278.
Weltäther 268, 336.
Westindien, Vegetationsbilder aus — 415.
Windblüten 298.
Wirbeltiere, Über die Vorfahrenform der — 59.
Xenia fuscescens 128.
Zeitschrift, Internationale, für allgemeine Sprachwissenschaft 318.
Zellhäute, Die Wegsamkeit der — 65.
Zoogeographische Übergangsregionen 102.
Zoologie, Handbuch der (Leunis-Ludwig) 470.
Zoologie u. s. w., Handwörterbuch der — 158.
Zoologische Reisen per Segelschiff 133.
Zoosporophorae 300, 314.
Zooxanthellen 178.
Zweckmäßigkeit organischer Gebilde 355.
Zweckmäßigkeitslehre 401.
Zwiegestalt, Die, der Männchen des nordamerikanischen Flußkrebses 467.
Zwittrige Tiere, Dichogamie 156.

Träumen und Wachen.

Von

B. Carneri.

Es gibt wenig Schriftsteller, die so fesselnd auf uns wirken, wie Carl du Prel. Mit seiner hohen Begabung, seinen tiefen Kenntnissen und seiner ausgebreiteten Belesenheit verbindet er eine so lebendige, ganz dem Gegenstande sich hingebende und dabei doch eine gewisse Besonnenheit niemals verlierende Darstellungsweise, dass man selbst dorthin gern ihm folgt, allwo man nicht verweilen zu können mit vollster Bestimmtheit gleich voraussieht. Dessen kann man bei ihm versichert sein, jedesmal etwas zu lernen. Darin liegt die Verführung und mit ihr die Gefahr. Damit man uns aber nicht missverstehe und gleich wisse, welche Gefahr wir meinen — nicht jeder wird in dem eine Gefahr erblicken, was uns als eine solche erscheint — wollen wir unverweilt eine Linie ziehen, welche unseres Erachtens das Denken nicht überschreiten darf, solang es einen kritischen Wert anspricht. Es ist nicht genug, dass wir anerkennen, es gebe für den Menschen keine transcendente Welt und damit auch kein absolut Wahres: wir müssen auch darüber mit uns im klaren sein, dass es für den Menschen keinerlei Weg gibt, welcher ihm das absolut Wahre erschliessen könnte; denn gäbe es einen Weg zum Ansich der Dinge, dann gäbe es eben überhaupt eine transcendente Welt. Diese kann man dann nennen wie man will: was sich begreifen, aber nicht auf sinnliche Wahrnehmung und Erfahrung zurückführen liesse, wäre transcendent; und dass wir da nicht eine bloss empirische, sondern nur eine streng kritische, den Denkgesetzen entsprechende Erfahrung im Auge haben, ist selbstverständlich.

Diesen Grundsatz dürfen wir nie aus den Augen verlieren, wenn wir in objektiver Weise den Wert der Träume untersuchen wollen; und dieser Grundsatz war es, der gleich beim ersten Artikel du Prels »Über die wissenschaftliche Bedeutung des Traumes« (Kosmos, Band XII, S. 23) uns gezwungen hat, unsern Bedenken Ausdruck zu geben. Seither hat er zwei weitere Artikel veröffentlicht: »Sind Träume Schäume?« (Kosmos, Band XII, S. 161) und: »Die dramatische Spaltung des Ich im Traume« (Kosmos, Band XIII, S. 44). Weit entfernt, unsere anfänglichen Bedenken zu beschwichtigen, nötigt uns die Fortsetzung dieser unstreitig

sehr interessanten Arbeit die Frage auf: Wo will das hinaus? — Du Prel, der von Haus aus ein kritischer Geist ist, wenngleich eine Art metaphysischen Bedürfnisses von Zeit zu Zeit die Oberhand gewinnen zu wollen scheint, ist viel zu vorsichtig, um darüber eine bestimmte Andeutung zu geben, und geht darin vielmehr so weit, die Hauptfrage: ob wir überhaupt in der Mitte des Schlafes träumen? — offen zu lassen. Wir hätten keinen Grund zu bezweifeln, dass wir auch in der Mitte des Schlafes träumen oder wenigstens träumen können, und geben auch gerne zu, dass diese Träume die logisch zusammenhängendsten, sozusagen vernünftigsten sein müssten, weil sie nicht wie die im Beginn oder am Ausgang des Schlafes gestört werden durch äussere Einwirkungen auf die vom Schlaf noch nicht bewältigten oder dem Schlaf sich wieder entwindenden Sinne, was zur Genüge das Unsinnige der meisten Träume erklärt. Wir wissen zwar nicht, inwiefern »einige Hoffnung« vorhanden sei, dass es »der Experimentalpsychologie einst gelingen wird, die Träume unseres tiefen Schlafes der Erinnerung zugänglich zu machen«, (Band XII, S. 174) — aber auch das könnten wir nicht als unmöglich erklären. Wir fragen nur: was vermögen solche Träume aus der Mitte des Schlafes uns zu bieten?

Im Anschlusse an die in dem Aufsatze: »Die gegebene Welt« (Kosmos, Band XII, S. 401) entwickelten Anschauungen können wir nur antworten: im günstigsten Fall eine klare Erinnerung an Erfahrenes und ein richtiges Urteil darüber. Wir geben zu, dass es unangemessen sei, die Träume als blosse Schäume zu erklären, und wäre es aus keinem anderen Grunde, als weil sie thatsächlich der Ausdruck eines inneren Fortlebens sind, das oft nur zu fühlbar uns affiziert und dadurch die Wohlthat des ruhigen Schlafes beeinträchtigt. Dagegen könnten wir durchaus nicht einem im Traum gefällten Urteile einen höheren Wert beilegen als dem eines wachen Denkens, bei welchem wir gehörig konzentriert sind und dabei über unsere gesamte Sinnesthätigkeit und die klare Kontrolle der Aussenwelt verfügen. Was immer man uns da einwenden mag durch eine Berufung auf die Intuition, die wie der Takt auf einem durch vorzügliche Anlage und grosse Übung bedingten abgekürzten Verfahren beruht, vermag unsere Überzeugung so wenig zu erschüttern als der Vergleich mit dem sogenannten tierischen Magnetismus, welchem die Entdeckung des Hypnotismus den Hals gebrochen hat. Diejenigen, welche Wilhelm Preyers vortreffliche Schrift über die Werke des Arztes James Braid nicht zur Hand haben, bitten wir, unsere Besprechung derselben im Band XII dieser Zeitschrift, S. 12, nachzusehen. Hier ist der schwächste Punkt der sonst so tief durchdachten Arbeit du Prels. Er spricht von Heilungen durch Mittel, welche von Somnambulen angegeben werden, wie von ausgemachten Dingen, und citiert gleichzeitig spiritistische Schriftsteller, bei welchen es ihm doch auch aufgefallen sein muss, dass sie die Thatsache des Nichtüberhandnehmens magnetischer Kuren damit bemänteln, es gestatte Gott nicht die Benutzung der Medien zu praktischen Zwecken. Entschuldigen sie doch damit auch die Verweigerung aller Aufschlüsse über das Jenseits.

Die Wichtigkeit der Träume würde sich aber nach der Darstellung du Prels aus einem ganz anderen Umstand ergeben, der ein bestimmtes Licht wirft auf seine Auffassung der ganzen Frage. Es ist dies die Heranziehung eines eigenen Traumorgans, das er dem Organ des Wachens entgegensetzt. Wir kennen diese beiden Organe nicht, und bei unserer Auffassung des Bewusstseins bedürfen wir ihrer auch gar nicht zur Erklärung, oder wenn man lieber will, zur Beschreibung der psychischen Erscheinungen. Du Prel, der die psychischen Erscheinungen nicht als Wirkungen physiologischer Funktionen, sondern diese nur als Begleiterscheinungen jener gelten lassen kann, bedarf zu seiner Psychologie einer Art Seele. Wir finden dies logisch, und da wir, um ihn zu verstehen, auf seinen Standpunkt uns stellen müssen, so geben wir ihm diese Art Seele als Hypothese zu, uns vorbehaltend, diese Hypothese später zu prüfen. Und wenn wir ihm auch, offen gestanden, nicht gänzlich durch die Ausführungen zu folgen vermögen, welche die Annahme einer solchen Seele, wie seiner ganzen Metaphysik, als vereinbar darthun sollen mit einem echten Monismus; so wollen wir ihm auch dieses zugestehen. Wir zweifeln nicht, dass es ihm Ernst ist mit dem Monismus, und das ist uns die Hauptsache. Auch jene zwei Organe sollen zu keinem Dualismus führen; denn er erklärt sie ausdrücklich als die Spaltung Eines Stammes, nicht als zwei Seelen, von welchen etwa die eine eine körperliche, die andere eine geistige wäre. Kurz, wie weit wir auch mit unseren Anschauungen auseinander gehen, wir können es vermeiden, einen prinzipiellen Widerspruch zu konstatieren, und geben daher die Hoffnung auf eine Beachtung unserer Einwendungen und auf eine dadurch mögliche Verständigung nicht auf. Auch sind wir gerne bereit, eines Bessern uns belehren zu lassen, wenn wir etwas missverstanden haben oder unsere Gegengründe nicht stichhaltig sein sollten.

Besehen wir uns also die zwei genannten Organe genauer. Das eine stellt sich uns dar als das Organ des Bewusstseins, das andere als das Organ des Unbewussten. Damit geraten wir gleich auf eine grosse Schwierigkeit. Du Prel erklärt zwar (Band XIII, S. 49) ausdrücklich, dass er das Unbewusste nicht im Sinne Hartmanns auffasse; allein er fasst es auf »als individuellen metaphysischen Hintergrund des Ich«. Stossen wir uns nicht an dem Ausdruck »metaphysisch«, der nach dem bereits Gesagten nicht etwas Übernatürliches bezeichnen muss, und fragen wir uns einfach, was wir unter dem Unbewussten verstehen? Uns gilt es als etwas nach keiner Richtung hin Aktives, als ein passiver Zustand, der nicht ins Aktive übergehen kann, ohne zu etwas anderem zu werden. Als unbewusst gilt uns die ganze Natur mit Ausschluss der zu bewusst werdender Empfindung organisierten Tiere. Bei diesen, den Menschen, um den es hier hauptsächlich sich handelt, mit inbegriffen, geschieht alles das unbewusst, was rein mechanisch sich vollzieht, d. h. ohne dass bei der Übersetzung der Bewegung von einer sensorischen auf eine motorische Bahn eine Vorstellung ausgelöst würde, durch welche die betreffende Empfindung zum Gefühl, zur bewussten Empfindung sich erhebt. Ausser den von keinem Bewusstsein begleiteten Vorgängen können wir auch die Vorstellungen

überhaupt zum Unbewussten rechnen, insofern wir sie als schlummernd denken, nämlich bis zum Moment, in welchem sie entweder durch einen direkten Reiz oder indirekt auf dem Wege der Association wieder erweckt und in Thätigkeit gesetzt werden, wodurch eine Empfindung dem betreffenden Wesen neuerdings sich vorstellt, sein eigen, ihm bewusst wird. Die derart angehäuft gedachten Vorstellungen sind offenbar das, was du Prel als den »individuellen metaphysischen Hintergrund des Ich« bezeichnet. Dass nach unserer Ausdrucksweise dieser Hintergrund kein metaphysischer sein könne und ein physiologischer sein müsse, brauchen wir nicht weiter auszuführen. Dagegen haben wir ausdrücklich hervorzuheben, dass auch wir diesen Hintergrund als einen »individuellen« betrachten, insofern er nach Menge, Beschaffenheit und Anordnung je nach den Individuen ein sehr verschiedener sein kann und auf ihm die Entwicklung der betreffenden Individualität grossenteils beruht.

Soweit gehen wir in dieser Beziehung mit dem geehrten Verfasser, und er kann seinerseits nur mit uns gehen, wenn wir sagen, dass, was aus diesem Hintergrund erwachend in den Vordergrund tritt, zu etwas Bewusstem wird und als solches nicht mehr zum Unbewussten gehört. Wohin er aber auf Grund seiner Darstellung nicht leicht uns folgt, ist, dass wir dabei zwischen einem Wachenden und einem Schlafenden keinen wesentlichen Unterschied machen. Wir können einen Ohnmächtigen, der auf sehr starke Reizungen nicht mehr reagiert, bewusstlos nennen. Nicht so einen Schlafenden, weil wir uns sonst als bewusstlos bezeichnen müssten, wenn wir mit geschlossenen Augen und ganz in uns versunken unseren Gedanken in solcher Konzentration nachhängen, dass wir von dem, was um uns her geschieht, keinerlei Notiz nehmen. Selbst der Ohnmächtige ist oft — die Scheintoten dürften grossenteils in das Gebiet der Märchen gehören — nur scheinbar bewusstlos. Dass beim Schlafenden die Bewusstseinsprozesse nur innerlich vor sich gehen, kann auf diese modifizierend wirken — wie alle Funktionen unseres Organismus besonders während des tiefen Schlafes, der oft so heilsam auf sie wirkt, modifiziert sein müssen — aber zu wesentlich anderen können sie dadurch nicht werden. Dass die Natur unserer Traumvorstellungen dieselbe ist wie die unserer Vorstellungen im wachen Zustande, beweist uns beim Erwachen die Erinnerung, in welcher wir ihrer ganz klar uns bewusst werden. Sie verschwinden nur bald, weil die Welt, in welcher sie aus dem Schlummer erwacht sind, eine eingebildete war, nicht thatsächlich vorhanden ist oder fortdauert. Da eine vollendete Ruhe der Nerven, folglich der Gehirn- und Sinnesthätigkeit, nur im Tode denkbar ist, so kann im Schlafe der leiseste Anstoss, mag er dann von aussen oder von innen kommen, vollauf genügen, um ganze Reihen von Empfindungen, Vorstellungen und Gefühlen in Bewegung zu setzen: die Führung ihres Ganges besorgt dabei das Ich, als die letzte, charakteristisch unveränderliche Zusammenfassung des Individuums. Dass diese Führung oft eine sehr abweichende ist von der, welche dasselbe Ich bei wachendem Individuum zuwege bringt, erklärt sich ganz natürlich aus dem Mangel der Kontrolle, welche die äussere Welt unerbittlich auf den Wachenden ausübt. Um das Verhalten des Ich im Traume zu begreifen, bedürfen

wir daher so wenig eines eigenen Traumorgans, als wir, um sein Verhalten im wachen Zustande zu begreifen, ein eigenes Organ des Wachens nötig haben.

Versteht nun du Prel unter diesen zwei Organen nichts als Modifikationen desselben Ich, so haben wir nichts dagegen einzuwenden. Schreibt er aber dem Traumorgan eine gewisse Selbständigkeit zu, so befinden wir uns da vor einer Hypothese, welche uns als eine wissenschaftlich nicht gestattete erscheint; denn einerseits ist sie zur Herstellung des Zusammenhangs der gegebenen Thatsachen, was wissenschaftlich allein der Zweck einer Hypothese sein darf, überflüssig, und anderseits bahnt sie die Erklärung von Thatsachen an, welche über die gegebenen hinausliegen. Es ist dies sehr gefährlich, und die Gefahr besteht in der Versuchung, Erklärungen, die keine sind, als solche zu betrachten. Wir glauben nicht zu weit zu gehen, wenn wir sagen, dass der geistvolle Verfasser teilweise dieser Versuchung auch thatsächlich erliegt. Nicht nur der Wert, den er dem tierischen Magnetismus und dem Somnambulismus beilegt, macht uns stutzen, sondern der Ernst, mit welchem er den Umstand hervorhebt, dass im Traume Raum und Zeit ihre Verhältnisse vollständig ändern, namentlich die Zeit zu etwas herabsinkt, womit kaum mehr gerechnet wird. Es ist dies ganz richtig; allein darin bringt es auch die blosse Phantasie ohne allen Schlaf erklecklich weit, und was für wache Träumer die Neuzeit in diesem Stück aufzuweisen hat, ist weltbekannt. Bislang haben sie sich allerdings erst über die Dimensionen des Raums gewagt und die Zeit, soviel uns bekannt ist, in Ruhe gelassen. Fiele die Entscheidung dieser Frage den schlafenden Träumern zu — es kann ja, wie gesagt, sein, dass eine künftige Experimentalpsychologie den Inhalt der tiefsten Träume uns aufdeckt — dann könnte A. Riehl, welcher erklärt hat, mit der vierten Raumdimension ernster sich beschäftigen zu wollen, erst wann man ihm eine Krümmung der Zeit nachweisen wird, es noch erleben, beim Wort genommen zu werden. Gewiss kann man sagen, dass die Raum- und Zeitanschauungen der Träumenden in der Traumwelt zur Erscheinung kommen; allein gerade dieser Umstand macht uns die Welt der Träume besonders verdächtig, so lang uns nicht klar bewiesen wird, dass bei der Spaltung unseres Ich in zwei Organe auf jede Seite desselben ein gleicher Verlass sei.

Dass das entscheidende Moment in dieser Spaltung liege, konnte einem kritisch geschulten Denker, wie du Prel einer ist, nicht entgehen. Darum hat er auch der dramatischen Spaltung des Ich im Traume einen eigenen Artikel gewidmet. Doch will es uns bedünken, dass er durch die Zurückführung dieser Spaltung auf die Verschiebung der Empfindungsschwelle oder der psychophysischen Schwelle die ganze Frage eher verwirrt. Wir möchten überhaupt lieber von einer Zurückschiebung dieser Schwelle reden. Bei einer Verschiebung weiss man nicht, wohin und in welchem Sinn geschoben wird; während man die Zurückschiebung leicht vereinbaren kann mit der im Schlafe eintretenden und zunehmenden Unempfindlichkeit der sensorischen Apparate. Dass sich innerlich eine Art Demarkationslinie bildet zwischen dem Bewussten und Un-

bewussten, geben wir anstandslos zu. Das geträumte Vorstellungsleben lässt sich in der That als ein inneres Bewusstsein bezeichnen — als bewusstlos gilt ja auch uns der Schlafende nicht — und das darüber Hinausliegende ist das Unbewusste. Dieses Unbewusste liegt aber nicht diesseits, sondern jenseits der Empfindungsschwelle, insofern für den Träumenden die Reize der Aussenwelt nicht existieren, und zwar nach Massgabe der Abstumpfung seiner Empfindlichkeit. Die Grenze des Unbewussten ist die Grenze des Vergangenen, im Traume wie im Wachen, und die Grenze des Traums ist der Grenze des Wachens genau nachgebildet. Immer enthält dieses Unbewusste unsere Erinnerungen, alles was wir erfahren und uns angeeignet haben; es ist der Fonds unseres Gedächtnisses. Wenn DU PREL sagt: »Aus der Region des Unbewussten tauchen die Traumbilder auf« (Band XII, S. 162); so gilt das ebenso von unserem wachen Denken. Nach denselben Gesetzen wie hier werden dort, nur ohne alle Kontrolle und Möglichkeit einer Berichtigung, daher oft sehr regellos und in Sprüngen die schlummernden Vorstellungen geweckt. Aus den im Traume zur Aktivität berufenen Vorstellungen bildet sich die Welt, die dem Träumenden als wirklich gilt und, wie DU PREL (Band XIII, S. 47) ganz richtig bemerkt, zu seinem Nicht-Ich wird. Der Prozess, durch welchen der Träumende diesem Nicht-Ich sein Ich entgegensetzt, dürfte aber nicht so kompliziert sein, als er von DU PREL uns geschildert wird, und die Annahme einer Spaltung ist dabei ganz überflüssig. Wir brauchen nicht einmal der Spaltung zu gedenken, die vielleicht im Selbstbewusstsein liegt: es genügt zu dieser Erklärung die einfache Gegenüberstellung des Bewusstseins; träumen doch auch Tiere, welchen wir kein Selbstbewusstsein zuschreiben. Zudem sind alle Wahrnehmungen im Grunde innere Wahrnehmungen, und befinden wir uns daher im Traume nicht in einer ungewohnten Situation: sobald die äussere Welt ins Unbewusste versinkt, für uns nicht mehr existiert, können wir gar nicht umhin, die erträumte Welt für eine wirkliche zu halten. Im Schlafe leben wir ja fort.

Ebenso einfach verhält sich's mit der dramatischen Spaltung unseres Ich in manchen Träumen. Wir wiederholen dabei nur, was wir im Wachen thun, wenn wir uns einen Freund oder einen Feind vergegenwärtigen und mit ihm ein Gespräch führen. Wir können auf diese Weise auch mit verschiedenen Personen verkehren und jede einzelne so sprechen lassen, wie sie unseres Erachtens sprechen würde, sie alle widerlegen, aber ebenso gut auch uns von ihnen widerlegen lassen. Bei einiger Phantasie können wir fingieren, eines Verbrechens angeklagt zu sein, und im Geiste eine ganze Schwurgerichtsszene durchmachen, bei welcher wir nicht nur unsern Verteidiger, sondern auch den Ankläger, die Richter, die Zeugen und einzelne Geschworene reden lassen, ohne dass es dabei im geringsten uns anstössig wäre, dass eigentlich wir immer für alle reden. Warum sollten wir nicht derlei Szenen träumen können, wenn irgend eine Ideenassociation uns darauf bringt? Wie nichts uns daran hindert, bei solchen Gelegenheiten Witze zu machen, so hindert uns auch nichts, die besseren Witze — wenn nur auch solche uns einfallen — unseren Widersachern in den Mund zu legen. Wem ist es

aber nicht schon geschehen, im Traume ganz entzückt gewesen zu sein über einen Witz, der im Erwachen als die abscheulichste Plattheit, oder über einen Vers, der im Erwachen als alles eher, denn als ein Vers, sich herausgestellt hat? Wer hat nicht schon im Traum zu seinem höchsten Erstaunen mit beispielloser Geläufigkeit eine fremde Sprache gesprochen, und erwachend bei einem sinnlosen Gallimathias sich ertappt? Wer hat nicht schon wiederholt im Traum seiner Beerdigung beigewohnt, das eine Mal die Sache ganz natürlich findend, das andere Mal nicht recht begreifend, wie er dabei unter die Leidtragenden geraten sei, und dass diese ihn weder bedauerten noch beglückwünschten?

Gerade diese Spaltungen, nicht nur des Ich, sondern des Verstandes unseres Ich, und die mit den Störungen um die Zeit des Erwachens gar nichts gemein haben, stimmen unsere Erwartungen betreffs der Träume aus der Mitte des Schlafes sehr herab. Das Höchste, was wir bei ihnen erwarten, ist, wie wir bereits erwähnt haben, ein vernünftigerer Vorstellungsverlauf und ein richtigeres Urteil, als durchschnittlich bei den Träumen zu beobachten uns gegönnt ist. Wenn der geehrte Verfasser der in Rede stehenden Abhandlungen die Geduld gehabt hat, bis hierher unseren Betrachtungen zu folgen, so wird er uns nicht nur zugeben, dass wir uns redlich bemüht haben, auf seine Gedanken einzugehen, sondern auch dass die Entscheidung der Frage, ob den Träumen Wichtigkeit beizulegen sei, von der Beantwortung folgender drei Vorfragen abhängt. Es müssen nicht alle drei in einer der Wichtigkeit der Träume günstigen Weise beantwortet werden. Die günstige Beantwortung einer einzigen, gleichviel welcher, genügt. Die Fragen sind folgende.

Gibt es eine Seele, welche unabhängig von den Sinnen Wahrnehmungen machen, Erfahrungen sammeln, oder was dasselbe ist, auf dem Wege reiner Intuition zu klaren Begriffen, Urteilen und Schlüssen gelangen kann? Wenn Ja, so kann der Wert der tieferen Träume ein ganz ausserordentlicher sein. Wir können aber ein solches absolut selbständiges Wesen im Menschen mit einer echt einheitlichen Weltanschauung nicht in Einklag setzen, und bei jeder andern Lösung der Seelenfrage vermögen wir nicht den Traum über den Zustand des Wachens zu stellen.

Eine solche Seele hält auch du Prel mit einer einheitlichen Weltanschauung für unverträglich. Darum greift er nach einem Traumorgan. das er sozusagen nur negativ näher bestimmt, insoweit es ihm nämlich nötig scheint, um zu zeigen, dass er dabei nicht in Widerspruch gerät mit seinen monistischen Grundsätzen. Darum können wir unsere zweite Frage nur dahin formulieren: Gibt es eine Wahrnehmung, die der sinnlichen Auffassung entraten kann, bei der ein inneres Organ die äusseren Organe nicht nur ersetzt, sondern an Klarheit der Auffassung derart überbietet, dass die Kenntnisse, die es dem Menschen zuführt, alles weit hinter sich lassen, was er im Wege der gemeinen Erfahrung sich anzueignen vermag? Wenn Ja, wie oben. Allein diese Hypothese gehört zu denjenigen, die wir bereits als unstatthaft erklärt haben, und wir sind zudem überzeugt, dass du Prel, wie sehr auch eine solche Wahrnehmung, die in den meisten Werken über Träume zahlreiche

Bestätigungen findet, dem höchsten Ziel seiner Wünsche entsprechen würde, in dieser präzisen Form sie ebenso entschieden, als wir es thun, ablehnt. Mit einer verschwommenen Formulierung ist uns aber nicht gedient.

Es bleibt demnach nur mehr ein Drittes übrig, das unglückselige Unbewusste, und da erklären wir kurz und bündig: dass es für ein kritisches Denken nichts anderes sein kann, als die einfache Negation des Bewussten. Über diesen Punkt kommen wir nicht hinaus; aber zugeben müssen wir, dass es genügt, dem Unbewussten einen positiven Wert zu vindizieren und seiner Passivität Aktivität zuzuschreiben, um dem Werte der Träume im Gegensatz zum erfahrungsmässigen Wissen zum Sieg zu verhelfen.

Was wäre aber das für ein Sieg, d. h. was wäre damit gewonnen, und um welchen Preis? Im günstigsten Fall wäre es ein dunkler Sieg des Mystizismus. Wir sagen dunkel, weil das Unbewusste im Dunkel liegt, der Heimat des Mystizismus, und wir betonen diesen, weil das Geheimnisvolle des Magnetismus, des Somnambulismus, des Spiritismus u. s. w. zur Herrschaft gelangen würde. Das Geheimnisvolle aber flösst uns ebensowenig Respekt ein, als Interesse: es ist etwas, das wir nicht kennen. Je verlässlicher die Mittel wären, durch welche wir zu einem Einblick in die tiefen Träume gelangen würden; je unzweideutiger die Aussprüche dieser letzteren sich vernehmen liessen: desto näher kämen wir einer unvermittelten Erfahrung und durch diese einem Seelenbegriff, vor dem alle echte Wissenschaft, die mit dem Grundsatz der Kausalität steht und fällt, die Segel streichen müsste. Gilt einmal der Satz, dass, weil die Kausalität, das Übergehen der Ursache in die Wirkung, nicht mit Händen zu greifen ist, die physiologischen Funktionen, aus welchen die psychologischen Vorgänge sich ergeben, nur Begleiterscheinungen sind — so gibt es nur Einen Schritt zu der Annahme, dass übernatürliche Funktionen sie bewirken könnten, und das Denken ohne Gehirn, das denkende Weltall, das Unbewusste der Philosophie des Unbewussten würde zum obersten Prinzip. Entweder erfasst man das Unbewusste als das einfach Nichtbewusste, oder man wird von ihm erfasst, und gerät bei der besten Absicht, zu einer Vertiefung des Wissens zu gelangen, in eine Untiefe, in der man rettungslos stecken bleibt. Das wäre der Sieg auf dieser Fahrt.

Und der Preis dieses Sieges wäre die Wissenschaft. Das Wissen wäre geopfert dem Glauben, aber nicht etwa dem reinen Glauben, der keine Beweise verlangt — dessen wir nicht fähig sind, den wir aber verstehen — dem uns unverständlichen Aberglauben wäre die Wissenschaft geopfert. Nicht um Wunder, die im Geiste sich vollziehen, um Wunder handelte sich's, bei welchen ein mystischer Hokuspokus als wissenschaftliche Methode auftritt und dem Unsinn einen tiefen Sinn aufprägt. Darum genügt es nicht zu erkennen, dass es für den Menschen kein absolutes Wissen gibt, und hat man auch mit der Erkenntnis sich zu befreunden, dass es keinen Weg dahin gibt: jeder Schritt auf einem angeblich dahin führenden Wege entfernt uns von dem Wissen, das den Menschen zu dem gemacht hat, was er ist, und auf

das mit Stolz zu blicken er allen Grund hat. So gewiss es ist, dass die Erweiterung des menschlichen Wissens, so oft sie zu einer Vertiefung desselben führt, eine Verengerung des Wissenskreises zur Folge hat: ebenso gewiss ist es, dass jede neue Vertiefung eine Erweiterung auf soliderer Unterlage anbahnt. Man kann dies nicht vortrefflicher ausführen, als dies DU PREL selbst gethan hat in der Abhandlung: Über die Entwicklungsfähigkeit der Wissenschaft (Kosmos, Band XI, S. 401), welche wir als eine Einleitung der Aufsätze über Träume betrachten zu können glauben. Man vergleiche nur die Begriffe der Naturkräfte ältester, älterer, neuerer und neuester Zeit, und man sieht mit einem einzigen Blick, wie der Fortschritt von der Botmässigkeit der Naturkräfte uns befreit und sie uns unterthan gemacht hat. Und worin besteht der Fortschritt? Etwa darin, dass wir einen Einblick in ihre Wesenheit gewonnen haben? Im Gegenteil: der Gewinn besteht darin, dass der an der Hand der Erfahrung fort und fort sich klärende Verstand fort und fort Anschauungen über Wesenheiten beseitigt hat, welche von einer träumerischen Intuition ausgeheckt worden waren. Allen Fortschritt verdanken wir der Wissenschaft und deren eigenem Fortschritt auf dem kritischen Gebiete. Nicht das Wesen der Erscheinungen sucht die kritische Wissenschaft aufzudecken, sondern ihre Verhältnisse zu einander und zur menschlichen Erscheinung. Ihre Gewissheiten drehen sich nur um relative Grössen und deren relatives Verhalten zu einander; allein die Relativität ist für den Menschen, wie er uns erscheint, von positivem Wert, und die positiven Gewissheiten, welchen das menschliche Streben seine glänzendsten Triumphe und die allein sichere Grundlage einer steigenden Wohlfahrt verdankt, sollen wir hingeben für die lockenden, aber durch die Willkürlichkeit ihres Ausgangspunktes wie durch die Abenteuerlichkeit ihres Zieles notwendigerweise haltlosen Elukubrationen einer mondsüchtigen Philosophie? Das Wachen sollen wir hingeben für das Träumen? Den hellen Tag sollen wir hingeben für eine dunkle Nacht, im günstigsten Fall für ein dämmerndes Zwielicht?

Und warum sollten wir das? Bringt dieses Dämmern den Tag, so bleiben wir lieber gleich beim Tag, da er schon unser ist. Wozu mit einem Dämmern es wagen, das auch das Dämmern sein kann einer hereinbrechenden Nacht? Wir kennen die Antwort: das Licht unseres Tages ist nur das vergängliche Licht sterblicher Augen; das Licht, das jene Dämmerung uns verheisst, ist das Licht des ewigen Geistes. Aber wir kennen nicht nur diese Antwort, wir wissen auch, dass sie nicht das letzte Wort unserer Gegner ist. Diese kennen so gut als wir die dem Menschen und seiner Erkenntnis gezogenen Schranken und deren Unübersteiglichkeit. Wir haben es ja hier mit gelehrten Gegnern zu thun. Sie würden uns gar nicht zum Wort kommen lassen, wenn wir Miene machen wollten, ihnen die Fruchtlosigkeit ihres Strebens klarzulegen, und kämen uns gleich auf halbem Wege entgegen mit einer herzzerreissenden Schilderung der Glaubensbedürftigen, die einen unauslöschlichen Durst nach absoluter Wahrheit im Herzen tragen und in der Wüste, als welche unser unabsehbares, kein letztes Ziel anstrebendes Wissen sie umschliesst, elendiglich verschmachten müssten, wenn ihnen

nicht, und wär' es auch noch so von ferne, eine Oase philosophischen Glaubens winkte.

Wären wir nicht selbst diesen Weg gegangen, so könnten wir vielleicht durch diesen Schmerzensruf uns erweichen lassen. Wir haben das durchgemacht. Es gibt keine grössere Täuschung, als die da meint, auf diesem Wege zu wahrer Beruhigung zu gelangen. In der Verbindung: philosophischer Glaube, — begegnet ein falscher Glaube einer falschen Philosophie. Wie bei allen Kompromissen kommen beide Teile dabei zu kurz. Was wir da sagen, liegt ganz gleich in beider Interesse. Auch hier gilt Schillers Wort: »Wer dieser Blumen Eine brach, begehre die andre Schwester nicht.« Beide erlangt niemand, weil man die andere nur erlangen könnte, die erste verlierend. Ist es eine Barbarei, den Gläubigen in seinen heiligsten Gefühlen zu kränken: so ist es nicht minder eine Barbarei, Grundsätze, aus deren Klarheit das Gemüt des Glaubenslosen seine erfrischendste Labung schöpft, durch halbgläubige Zusätze zu trüben. In allen ernsten Dingen sind die Halbheiten das Verderblichste. Der glauben kann und im Glauben Trost und Stärkung findet, der glaube voll und ganz; denn es ist für ihn alle Weisheit der Welt eitel Geplauder, sein eigentliches Element die Religion. Der aber nicht glauben kann und der Philosophie sich zuwendet, der hat ebenso voll und ganz sich ihr zuzuwenden. Darunter verstehen wir so wenig eine fortwährende Beschäftigung mit fachmännischen Studien, als wir im anderen Falle fordern, dass Einer zum Theologen werde. Für den Gläubigen sind Vorsehung und Unsterblichkeit die unwandelbaren Pole, um deren Achse seine ganze Welt sich bewegt; und weiss er dabei unter allen Widerwärtigkeiten des Lebens das Banner der Menschenliebe hochzuhalten und in Ergebung einen edlen Gleichmut sich zu bewahren: so kann er am Schluss seines Lebens hingehen mit dem Bewusstsein, in würdiger Weise seine Aufgabe gelöst zu haben. Die Aufgabe des Philosophen ist genau dieselbe; nur die Pole, um welche die Achse seiner Welt sich bewegt, sind andere und heissen Kausalität und Notwendigkeit.

An diesen Grundsätzen darf nicht gerüttelt werden; denn gerade in ihrer Unwandelbarkeit liegt ihr hoher Wert. Dass alles, was geschieht, mit unabänderlicher Notwendigkeit geschieht, und dass nichts geschehen kann, wozu die erforderlichen Bedingungen mangeln, sind zwei nie versiegende Quellen der Beruhigung und Ermutigung, wenn wir unsere ganze Weltanschauung rückhaltlos danach einrichten und im Vollgefühl alles Guten und Edlen, das jeder findet, der es ernstlich sucht, das Unvermeidliche als eben unvermeidlich mit in den Kauf nehmen. Nicht nur ertragen wir jeden Schicksalsschlag leichter, bei welchem wir wissen, dass kein höherer Wille ihn uns zugefügt hat, und einsehen, dass es unter den gegebenen Verhältnissen nicht anders kommen konnte; nicht nur beurteilen wir unsere Mitmenschen milder, wenn wir den notwendigen Zusammenhang ihres Handelns mit dem allgemeinen Geschehen nie ausser acht lassen; nicht nur ist die klare Erkenntnis dieses allgemeinen Zusammenhangs der Dinge die festeste Schutzwehr gegen das trostlose Gefühl der Vereinsamung: die blosse Naturbetrachtung

auf Grund der Gesetzmässigkeit, mit welcher alles entsteht, vergeht und zu höheren Stufen sich fortentwickelt, wie überhaupt die Beschäftigung mit wissenschaftlichen Dingen gehört zu den höchsten und reinsten Genüssen, zu den seltenen Genüssen, die uns bereichern und darum in der Erinnerung uns noch beglücken. Überblicken wir von diesem Standpunkt die Entwicklung des ethischen Menschen: wie er unter der Herrschaft der unerbittlichen, aber auch keiner Willkür zugänglichen Kausalität Ideale sich geschaffen hat, für die er selbst sein Leben aufs Spiel setzt, weil sie ihm die Befriedigung seines unvertilgbaren Glückseligkeitstriebes verbürgen; — so entrollt sich vor unseren Augen ein Bild der Menschheit, das mit seinen Freuden und Leiden, mit seinen Hoffnungen und Entsagungen, mit den zahllosen Fällen, in welchen Hilfe not thut und Rettung möglich ist, das grösste Herz auszufüllen vermag. Den Bedürfnissen des Gemütes, wenn sie nur nicht irregeleitet sind durch falsche Sentimentalität oder überspannte Anforderungen, weiss dieses irdische Leben so vielseitig gerecht zu werden, dass es eine leere Ausflucht ist, wenn man die Armseligkeit dieser Existenz als den Grund bezeichnet, der die Menschen immer wieder getrieben hat, in der Traumwelt eine Zuflucht zu suchen und vielleicht einen Ausblick in ein besseres Leben.

Wir haben uns hier so viel mit dem Träumen beschäftigt, dass es zum Schluss uns gestattet sein mag, noch ein paar Worte, welchen DU PREL gewiss zustimmt, dem Wachen zu widmen. Wir halten es mit dem Wachen. Möglich, dass uns für das Träumen der richtige Sinn fehlt. Vielleicht auch ist es die durchschnittliche Eigenart der Leute, die viel auf Träume geben, was uns von diesen keinen sonderlichen Begriff beigebracht hat. Jedenfalls hat uns immer zu sehr die Arbeit gefreut, als dass wir nicht täglich auf einen guten Schlaf uns gefreut hätten; und als ein guter, gesunder Schlaf hat uns immer der gegolten, bei welchem wir möglichst wenig von Träumen wussten, und von dem nichts uns zurückblieb als das Gefühl erneuter Kraft. Bei voller Kraft arbeiten ist Genuss. Auch haben wir viel zu viel gelitten, um nicht zu wissen, dass die Nacht Qualen bringen kann, die der Tag nicht kennt. Jeden neuen Tag mit Freuden zu begrüssen, ist das Kennzeichen des Glücklichen. Mit klarem Auge dem jungen Tag ins klare Auge sehen, kann nur der Tüchtige. Die Nacht zu bevorzugen, ist krankhaft. Die dunkle Nacht ist die Schwester des Todes; der Tag ist das Licht, das Leben. Darum wollen wir's auch fürderhin mit dem Wachen halten und unserer vollen Sinnesthätigkeit uns erfreuen, als der eigentlichen Vermittlerin zwischen unserem winzigen Ich und der riesigen Welt. Wenn es etwas gibt, wodurch unser Ich, das schier uns verschwinden will, wenn wir mit ihm uns beschäftigen, eine nennenswerte Bedeutung erlangt, so war es immer die Arbeit. Gegen einen tiefen Kummer hilft nur Arbeit bis zur Ermüdung. Jede Stunde, die wir länger gewacht, erschien uns immer als gewonnen. Nur wachend sind wir ganz unser eigen: im Traum sind wir gefesselt. Dem Träumer scheint selbst das Wachen ein Traum; darum will er immer tiefer träumen, weil er sich sehnt, endlich einmal wirklich zu erwachen. Jeder kann nur den

Weg gehen, den seine Individualität ihm vorschreibt. Aber uns will es scheinen, als gingen wir den sichereren Weg, indem wir's mit dem Wachen halten und nach Kräften leben und arbeiten, bis wir Eines Tages ganz müde sind, und recht von Herzen uns sehnen nach einem endlos guten, traumlosen Schlaf.

Wildhaus, 22. Mai 1883.

Darmlose Strudelwürmer.

Von

Dr. **J. W. Spengel** (Bremen).

Huxley hat an mehreren Stellen seines bekannten »Lehrbuches der Anatomie der wirbellosen Tiere« ausgesprochen, man müsse bei der Beurteilung der Darmlosigkeit mancher Schmarotzer, so namentlich der Bandwürmer und der Kratzer (Akanthocephalen) an die Möglichkeit denken, dass dieselben nicht durch Umbildung freilebender, mit einem Darme ausgestatteter Formen entstanden seien, sondern von Tieren abstammen möchten, die nie einen Darm besessen haben. Er weist in Zusammenhang mit dieser Frage besonders auf die durch van Benedens treffliche Untersuchung so gut bekannt gewordenen Dicyemiden hin, jene in den Nieren der Cephalopoden lebenden wurmförmigen Schmarotzer, welche von den oben genannten Parasiten zwar in der mangelnden Ausbildung eines Mesoderms abweichen, ihnen jedoch in dem gänzlichen Mangel eines Darmkanales gleichen. Anderseits ist wohl nie zuvor die Bedeutung der Strudelwürmer oder Turbellarien für die phylogenetische Verknüpfung höherer Formen mit niederen mit solchem Nachdruck hervorgehoben worden wie in eben diesem Werke Huxleys, und es würde nicht haben überraschen können, wenn der Verf. es versucht hätte, das, was man damals über die Darmlosigkeit gewisser Turbellarien wusste, im Sinne seiner Annahme eines primären Darmmangels zu deuten und zu verwerten. Huxley sagt indessen über diesen Punkt nur folgendes: »Bei den niedersten Turbellarien (z. B. *Convoluta*) kann von einer eigentlichen Verdauungshöhle kaum die Rede sein; hier sind die Endodermzellen nicht so angeordnet, dass sie eine Darmhöhle begrenzen, sondern die Nahrung durchsetzt die Lücken eines Endoderm-Parenchyms.« Man muss danach annehmen, dass ihm entweder die Abhandlung Uljanins über »die Turbellarien der Bucht von Sebastopol« (in: Berichte Ver. Freunde d. Naturw. Moskau 1870), in welcher der Begriff der »Acölie« aufgestellt wurde, nicht bekannt geworden war, oder dass er aus den Beobachtungen des russischen Forschers ebenso wie manche andere Zoologen doch keinen andern Schluss zu ziehen wagte, als den in den oben citierten Worten enthaltenen, wonach anzunehmen wäre, dass

bei *Convoluta* und verwandten Turbellarien nicht der Darm, sondern nur eine Darmhöhle fehle. In Wirklichkeit wurde durch Uljanins Untersuchungen der gänzliche Mangel eines Darmes bei den Gattungen *Convoluta* und *Schizoprora* dargethan. Im Jahre 1878 erhielten seine Angaben eine vollgültige Bestätigung durch Graff, der in einem »kurzen Bericht über fortgesetzte Turbellarienstudien« (in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 30 Suppl.) nach seinen Beobachtungen an *Schizoprora venenosa* O. Schm. aussprach, es gebe »innerhalb der Gruppe der Turbellarien gänzlich darmlose Formen (*Acoela* Uljanins), bei denen die Nahrung durch eine kleine Hautstelle eintritt, um in einer vakuolenreichen, von Fetttröpfchen durchsetzten weichen Marksubstanz, gleichwie bei Infusorien, herumgetrieben zu werden.«

Es ist ohne weiteres einleuchtend, von wie grosser Bedeutung es ist, die Thatsache der Darmlosigkeit gewisser freilebender (nicht schmarotzender) Turbellarien mit vollkommener Sicherheit und in den Einzelheiten ihrer Erscheinung genau kennen zu lernen und auch über die übrige Organisation dieser Tiere so viel wie möglich zu erfahren, dass jede Bereicherung unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete mit Freuden willkommen zu heissen ist, und es ist gewiss nicht das geringste Verdienst der ausgezeichneten »Monographie der Turbellarien« *, mit der L. von Graff vor kurzem die Wissenschaft beschenkt hat, dass er in derselben die Anatomie der »Acölen« auf Grund umfassender und sorgfältiger Studien in eingehendster Weise behandelt hat. Es dürfte daher ein Auszug aus dem betreffenden Abschnitte der Monographie freundlicher Aufnahme bei den Lesern des »Kosmos« sicher sein.

Die hierher zu rechnenden Formen gehören ohne Ausnahme dem Meere an und verteilen sich auf die Gattungen *Proporus* O. Schm. (*Schizoprora* O. Schm.), *Aphanostoma* Ö., *Nadina* Ulj., *Cyrtomorpha* v. Gr. und *Convoluta* Ö., von denen v. Graff 22 sicher bekannte und 2 hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit sehr zweifelhafte Arten aufzählt und 9 selbst untersucht hat. Er ist der Erste, welcher sich bei seinen Untersuchungen der Hilfsmittel der modernen zootomischen Technik, besonders der Zerlegung in feine Schnitte und der Tinktion der Gewebe bedient hat, und diesem Umstande ist es zu verdanken, dass seine Studien gerade in bezug auf die wichtigste Frage, diejenige nach der Beschaffenheit des Verdauungsapparats, so erfolgreich geworden sind. Ehe wir die übrige Organisation betrachten, wollen wir uns mit den auf diesen Punkt bezüglichen Beobachtungen bekannt machen.

Obwohl den Acölen ein Darm fehlt, besitzen sie doch alle einen Mund, mittels dessen sie ihre vorwiegend aus animalischen Stoffen (Krustaceen und anderen Turbellarien) bestehende Nahrung ins Leibesinnere aufnehmen. In den meisten Fällen ist dieser Mund nur ein einfacher Spalt der Haut, an den sich von allen Seiten radiär angeordnete Muskelfasern anheften, vermittelst deren die Öffnung erweitert werden kann. Der Mund liegt entweder an der vordern Spitze des Körpers oder an der Bauchseite. Nur bei der Gattung *Convoluta* ist die Bildung

* Leipzig, Wilh. Engelmann. 1 Band Folio mit einem Atlas von 20 Tafeln.

etwas komplizierter, indem sich hier um die Mundöffnung das Integument zu einem einfachen kurzen Schlundrohre einsenkt, das selbständiger, von Längs- und Ringmuskeln ausgeführter Bewegungen fähig ist. Weder an das Schlundrohr noch an den einfachen Mundspalt setzt sich indessen ein Darmkanal an, sondern die Öffnung jener führt in eine weiche feinkörnige Masse hinein, welche den ganzen Körper ausfüllt und die übrigen Organe umschliesst. v. Graff nennt diese Masse »Parenchym« und schildert sie als ein grössere und kleinere Lücken enthaltendes Maschenwerk, in das zahllose runde oder ovale Kerne und daneben noch indifferente Zellen, Pigmentzellen und Stäbchenzellen eingebettet sind. An verschiedenen Stellen des Körpers hat sie ungleiche Dichtigkeit, und auch die Festigkeit ist bei verschiedenen Arten eine ungleiche. Es kann auf diese Weise bei der Beobachtung des lebenden Objektes die Täuschung entstehen, als sei ein verdauender Hohlraum vorhanden, zumal da sich die Nahrungsstoffe besonders im centralen Teil anzuhäufen pflegen. Man kann sich aber auch dort schon überzeugen, dass sie innerhalb des Parenchyms liegen und alle die charakteristischen, an das Strömen des Rhizopoden-Protoplasmas erinnernden Bewegungen desselben mitmachen. In physiologischer Beziehung besteht somit in der That, wie dies v. Graff mit Recht hervorhebt, eine vollständige Übereinstimmung zwischen dem Endoplasma der Infusorien und dem Parenchym der Acölen; aber natürlich auch nur in physiologischer, nicht in morphologischer Hinsicht, und es bedarf keines besondern Beweises, dass der Satz, »die Turbellarien erscheinen dadurch den Infusorien wesentlich näher gerückt«, den v. Graff in einer seiner früheren Publikationen aufgestellt hatte, nur in dem soeben begrenzten Sinne seine Bedeutung behält.

Dieser Modus der Verdauung ist jedenfalls sehr eigentümlich und durchaus abweichend von demjenigen bei den Wirbeltieren. Während bei diesen Drüsen verschiedener Art verdauende Sekrete erzeugen, welche die Nahrungsstoffe umfliessen und auflösen und sie dadurch in einen Zustand überführen, in dem sie in den Stoffwechsel eintreten können, nimmt bei den Acölen die Protoplasmamasse des Parenchyms dieselben in festem Zustande auf und wirkt auf diese ein. Allein wir wissen jetzt, namentlich durch die Untersuchungen von Metschnikoff, dass bei niederen Wirbellosen die Darmzellen keineswegs immer einen Verdauungssaft absondern, sondern sich wesentlich ebenso verhalten wie das Parenchym der Acölen oder das Endoplasma der Infusorien, also die festen Nahrungsobjekte in ihren Körper aufnehmen und dort zersetzen. Was in dem einen Falle wirkliche, eine Höhle begrenzende Darmzellen leisten, vollführt bei den Acölen das solide Parenchym, und man möchte sich wohl denken, dasselbe stelle nichts weiter dar als einen des Hohlraums entbehrenden Darm, ein Gebilde, dessen Existenz nach dem obigen nicht schwer zu begreifen wäre. Wie dann aber mit den bereits erwähnten Einschlüssen, den Pigment- und den Stäbchenzellen? Pigment findet sich nicht selten im Darmepithel und würde dieser Auffassung kein besonderes Hindernis bereiten. Die Stäbchenzellen aber, d. h. Zellen, die mit Paketen kleiner stäbchenförmiger Körper erfüllt sind, gehören nach allem, was wir über ihre morphologischen Beziehungen und auch über

ihre Entwicklung wissen, ohne Zweifel zur Haut. Sie finden sich auch bei den gewöhnlichen, mit einem Darm ausgestatteten Turbellarien und liegen hier entweder in der Epidermis oder im Mesoderm, d. h. dem in den meisten Eigenschaften dem Parenchym der Acölen gleichenden Gewebe, das den Raum zwischen Darm und Haut ausfüllt. Und mehr noch als das Verhalten der Pigment- und Stäbchenzellen spricht dasjenige der Geschlechtsorgane gegen die Deutung des Parenchyms als eines soliden Darmes; auch diese sind vollständig in das Parenchym eingebettet, wie bei den darmführenden Formen in das Mesoderm. So gelangt man also von einem typischen Strudelwurm ausgehend zu einer Acöle, indem man jenem den Darm nimmt und die Leistungen desselben dem Mesoderm überlässt. Danach besässen die Acölen nur zwei Körperschichten, nämlich ein Ektoderm und das Parenchym. Ist dies Parenchym wirklich dem Mesoderm der übrigen Turbellarien gleichwertig, wie es nach unserer eben angestellten Betrachtung den Anschein hat, oder entspricht es auch morphologisch dem Mesoderm und dem Endoderm zusammengenommen, wie es dies in physiologischer Beziehung thut? v. Graff spricht darüber keine bestimmte Ansicht aus, scheint sich indessen mehr der letztern Alternative zuzuneigen. So sagt er: »Bei den Acölen ist es noch nicht zur Scheidung von Darmepithel und Parenchymgewebe gekommen.« Und anderseits frägt es sich, ob die Acölie eine primäre Erscheinung oder ein Rückbildungsprodukt ist, mit anderen Worten, ob die Acölen eine ursprünglich darmlose Tiergruppe darstellen oder Nachkommen darmtragender Formen sind, die den Darm eingebüsst haben. Wir werden gewiss mit v. Graff entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen in dieser Frage das erste Wort lassen und wollen wünschen, dass es v. Graff selbst bald möglich sein wird, diese empfindliche Lücke in unserer Kenntnis der Acölen auszufüllen. Allein es wird doch nicht ganz unnütz sein, wenn wir uns einige nicht unwesentliche Unterschiede vergegenwärtigen, die zwischen der Darmlosigkeit der acölen Turbellarien und der Bandwürmer und Kratzer bestehen.

Wie wir gesehen haben, besitzen die Acölen eine Mundöffnung und nehmen mittels dieser feste Nahrung auf, um sie im Innern ihres Parenchyms zu verdauen. Dagegen fehlt sowohl den Bandwürmern als auch den Kratzern nicht nur der Darm, sondern auch der Mund. Sie leben als Parasiten mitten in dem Speisebrei, für dessen Verdauung nicht sie selber sorgen, sondern ihr Wirt. Wir wissen nicht genau, auf welche Weise diese Schmarotzer sich ernähren; aber wir nehmen mit Grund an, dass sie die von ihrem Wirte in flüssigen Zustand übergeführte Nahrung auf osmotischem Wege durch die Haut hindurch sich einverleiben. Jedenfalls steht es fest, dass weder Bandwürmer noch Kratzer je feste Nahrung aufnehmen und dass sie kein verdauendes Parenchym in dem Sinne wie die acölen Turbellarien besitzen. Wir erkennen also in den besonderen Lebensverhältnissen dieser Schmarotzer das Moment, das uns den Schwund des Darmes begreiflich erscheinen liesse: wenn der Wirt gewissermassen für die Parasiten verdaut, so können diese eines Verdauungsapparates entbehren. Ganz anders liegt der Fall aber bei den Turbellarien: die Acölen sind nicht Schmarotzer, und wir sehen, dass sie

wirklich selbst verdauen, obwohl sie keinen Darm haben. Es ist zunächst gar nicht einzusehen, wie sie einen Darm hätten verlieren können, wenn sie ihn einmal besassen: derselbe wurde ja nie nutzlos für sie. Es scheint mir also kaum möglich, sich die Acölie als eine Rückbildungserscheinung zu denken. In diesem Sinne muss sie eine primäre sein. Aber sie könnte immerhin nur scheinbar sein, und ich möchte in dieser Beziehung eine Vermutung aussprechen; es versteht sich von selbst, dass ich derselben keinen höheren Wert beilege als den eines Winkes für eine spätere entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Wenn ich sage, die Acölie könnte vielleicht eine scheinbare sein, so meine ich damit, dass man sich den Darm als einen diffusen denken kann, derart, dass die Zellen des ursprünglichen Endoderms keinen geschlossenen Haufen oder kein geschlossenes Blatt bilden, sondern sich in amöboidem Zustande, wahrscheinlich zu einem plasmodiumartigen Syncytium zerflossen, zwischen die Mesodermelemente verteilt und so zwar ihre Funktion beibehalten, aber ihre Gestalt aufgegeben haben. Ich will keinen Versuch machen, die Ursachen aufzudecken, die zu diesem Prozess geführt haben mögen; doch liessen sich zu diesem Zweck leicht allerlei Hypothesen aufstellen. Mag es indessen damit genug sein über die Acölie und wenden wir uns der Betrachtung der übrigen Organisation zu.

In dieser Beziehung ist als eine der auffälligsten Erscheinungen der Mangel des Nervensystems hervorzuheben. Wenigstens ist es v. Graff ebensowenig wie irgend einem seiner Vorgänger gelungen, auch nur eine Spur eines solchen nachzuweisen. Es ist nicht ganz leicht, sich mit diesem negativen Befunde abzufinden; denn einerseits kennen wir jetzt von allen Metazoen und so auch von allen übrigen Turbellarien ein wenn auch oftmals sehr primitiv gebildetes Nervensystem, und anderseits sind alle Acölen mit Sinnesorganen ausgestattet. Es wird daher unzweifelhaft noch gelingen, auch die Existenz eines Nervensystems für dieselben darzuthun, mag dies nun als eine Faserschicht mit spärlichen oder zahlreicheren Ganglienzellen unter der Epidermis liegen wie bei Echinodermen und gewissen Würmern, oder sich in Gestalt zerstreuter Zellen und Fasern unter den Elementen des Parenchyms finden, also ähnlich wie bei gewissen Cölenteraten, namentlich den Rippenquallen. Für letzteren Fall spricht augenscheinlich das Verhalten des Nervensystems bei den übrigen Turbellarien. So deutliche Beziehungen zur Epidermis das Nervensystem bei den meisten anderen Würmern zeigt, so wenig ist es bei den Turbellarien gelungen, auch nur die geringste Spur davon nachzuweisen; sowohl die anatomische als die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung ergibt eine völlige Unabhängigkeit des Nervensystems von der Epidermis, das Gehirn liegt vielmehr von seiner ersten Entstehung an mitten im Mesoderm, so dass es von O. und R. Hertwig als mesodermales Nervensystem in Anspruch genommen wird. Ein solcher Zustand könnte recht wohl durch gesteigerte Konzentrierung etwaiger nervöser Elemente des Acölenparenchyms zustandekommen.

Die Sinnesorgane sind bei den Acölen durch Augen und Gehörorgane vertreten, und eine grosse Empfindlichkeit gegen Berührung weist auf die Existenz auch des Tastsinnes hin. Augen kommen bei

allen Gattungen mit Ausnahme von *Aphanostoma* vor, fehlen aber bei manchen Arten und zeigen sich auch dort, wo sie vorhanden sind, in ungleicher Ausbildung. Es sind zwei nahe dem Vorderende gelegene und der Epidermis angehörige, bald scharf begrenzte, bald diffuse Pigmentflecke. Nur in einem einzigen Falle, bei *Proporus venenosus* O. Schm., besitzt jedes Auge eine kegelförmige Linse, die aus dem schwarzen Pigmentbecher weit hervortritt. Dagegen kommt allen Acölen ein Gehörorgan in Gestalt einer unpaarigen Blase oder »Otocyste« zu, die in ihrem Innern ein Gehörsteinchen oder einen »Otolithen« enthält.

Ebenso wie das Nervensystem fehlt den Acölen der Exkretionsapparat. Durch eine Anzahl neuerer Untersuchungen, besonders von Fraipont und Pintner, sind die Exkretionsorgane der Plattwürmer sehr gut bekannt geworden, und v. Graffs Beobachtungen schliessen sich für die Rhabdocölen, von denen er namentlich das glashelle *Mesostoma Ehrenbergi* genau untersuchte, denselben in allen wesentlichen Punkten an. Bei den Acölen gelang es ihm aber nicht, Exkretionsorgane nachzuweisen.

Was die Geschlechtsorgane betrifft, so ist zuerst hervorzuheben, dass die Acölen wie alle Turbellarien Zwitter sind, also männliche und weibliche Organe in einem Individuum vereinigt enthalten. Die letzteren bestehen in zwei Ovarien oder Keimlagern, die rechts und links nahe der Bauchseite im Parenchym liegen. Nur bei *Proporus* und *Aphanostoma* sind sie von diesem durch eine Membran getrennt; in der Regel aber entbehren sie einer solchen gänzlich und stehen mit dem Parenchym in direkter Berührung. Den ventralen und vorderen Teil jedes dieser Keimlager nimmt eine homogene Protoplasmamasse mit zahlreichen eingelagerten Kernen ein, den Keimbläschen der zukünftigen Eier, während weiter nach dem Rücken und hinten hin die Protoplasmamasse in einzelne, je ein Keimbläschen umschliessende Portionen zerklüftet erscheint, die nach und nach zu Eiern heranwachsen und sich mit Dotterkörnchen anfüllen. Bei denjenigen Formen, welche einer Membran um die Ovarien entbehren, wie *Cyrtomorpha* und *Convoluta*, häufen sich die reifenden und reifen Eier in unregelmässiger Weise im Parenchym an. v. Graff zählte bei *Convoluta paradoxa* bis zu 47 reife Eier. Wo dagegen eine Membran das Keimlager begrenzt, da reihen sich die reifen Eier regelmässig jederseits auf. Die eben genannte *Convoluta paradoxa* zeichnet sich dadurch aus, dass bei ihr die Keimlager vor dem Munde mit ihren Vorderenden zusammenstossen und verschmelzen.

Die Hoden treten in einer Form auf, die v. Graff als »follikulär« den bei den Rhabdocölen vorhandenen »kompakten« Hoden gegenüberstellt. Dieselben bestehen aus zahlreichen Bläschen, die durch das Parenchym namentlich der Rückenregion zerstreut sind und nur dadurch untereinander zusammenhängen, »dass die von den einzelnen Bläschen ausgehenden Spermazüge schliesslich jederseits zu einem gemeinsamen Vas deferens zusammenfliessen«. Diese führen zu einem sehr einfach gebauten, bald birn- oder retortenförmigen, bald lang cylindrischen Kopulationsorgan, das aus einer taschenartigen Einsenkung der Haut hervorgestülpt werden kann. Bei der Begattung wird das Sperma in eine

Blase des andern Individuums, ein Bursa seminalis, übertragen, die nur bei *Proporus* fehlt.

In dem Zustande, wie die Geschlechtsorgane hier geschildert sind, pflegt man sie indessen bei einem einzigen Individuum nicht anzutreffen. Wie nämlich bereits Claparède (1861) entdeckt hat, tritt bei Acölen die Reife der männlichen und weiblichen Organe nicht gleichzeitig ein, sondern nach einander. Claparède bedient sich für diese Erscheinung des Ausdrucks »successiver Hermaphroditismus«, einer, wie mir scheint, nicht besonders treffenden Bezeichnung, da es sich hier eher um einen »successiven Gonochorismus«, eine temporäre Geschlechtertrennung zwittrig angelegter Tiere handelt. Durch v. Graffs Untersuchungen sind die Angaben des berühmten Genfer Forschers im wesentlichen bestätigt; doch fand jener, dass die Trennung zwischen männlicher und weiblicher Reife nicht so scharf ist, wie es sein Vorgänger angenommen hatte, dass vielmehr ein allmählicher Übergang von »männlichen« zu »weiblichen Individuen« stattfindet. Bei Individuen von mittlerer Grösse werden stets Eier und Spermatozoen zugleich gefunden. Untersucht man aber ganz junge Tiere, so trifft man in denselben ausschliesslich die männlichen Organe entwickelt. Erst nachdem die Samenmasse zum grossen Teil entleert ist und die Bursa seminalis sich damit angefüllt hat, treten Eier auf. Die völlige weibliche Reife kennzeichnet sich durch gänzlichen Mangel von Spermaanhäufungen und Schwund des Kopulationsorganes bei gleichzeitiger Erfüllung des Leibes mit zahlreichen reifen Eiern.

Mimicry bei Seetieren.

Von

Dr. **Wilhelm Breitenbach.**

Unter Mimicry wollen wir nicht nur die schützende oder täuschende Ähnlichkeit zwischen verschiedenen Tieren verstehen, sondern auch die täuschende Ähnlichkeit mit leblosen Gegenständen und die Gleichfarbigkeit mit der Umgebung. Biologisch ist diese von der gewöhnlichen etwas abweichende, weitere Fassung des Begriffes der »Mimicry« wohl begründet; denn auch in den letztgenannten Fällen dient die Ähnlichkeit eines Tieres mit irgend einem Gegenstande dem Tiere selbst zum Schutz, sei es, dass es sich unbemerkt seiner Beute nähern oder seinen Feinden sich entziehen kann, sei es endlich, dass es durch die Ähnlichkeit vielleicht mit ungeniessbaren Objekten vor feindlichen Angriffen gesichert ist. Über diese Gruppe interessanter Erscheinungen, die bekanntlich eine der festesten Stützen der Selektionstheorie darstellen, sind in Büchern und Zeitschriften schon eine Menge von Beobachtungen veröffentlicht worden, von denen ich nur auf die von Bates, Wallace, Fritz und Herm. Müller hinzuweisen brauche. Die bisher bekannt gewordenen Beobachtungen beziehen sich zum grössten Teil auf Landtiere, während über Mimicry bei Seetieren bisher nur vereinzelte Angaben gemacht worden sind. Ich verweise z. B. auf E. Haeckels »Natürliche Schöpfungsgeschichte« und Carus Sternes »Werden und Vergehen«. Und doch haben die Fälle von Mimicry bei Seetieren ein nicht minder hohes Interesse.

Auf meiner Reise von Brasilien nach England mit einem holländischen Schoner in den Monaten Juli, August, September 1883 hatte ich vielfach Gelegenheit, pelagische Seetiere zu fangen und näher anzusehen. Vom 30. August bis zum 5. September durchkreuzten wir einen Teil des sogenannten Sargassomeers. Am 30. August mittags befanden wir uns auf 25^0 12′ n. B. und 33^0 52′ w. L. von Greenwich; am 5. Sept. mittags auf 34^0 39′ n. B. und 35^0 52′ w. L. Die Tange traten nicht in zusammenhängenden ausgedehnten Feldern auf, sondern in einzelnen mehr oder minder grossen Büschen, die vom Winde in langen fast geraden Linien zusammengetrieben waren, so dass man sie weit mit dem Auge verfolgen konnte. Diese linienförmige Anordnung ist mir auch

an pelagischen Tieren aufgefallen, namentlich bei den grossen Radiolarien-Kolonien oder Polycyttarien, Salpen und anderen Tieren. So finde ich in meinen Reisenotizen folgende Bemerkungen darüber: Am 3. Sept. grosse Polycyttarien in ganz kolossalen Mengen; meilenweit zogen sich dichte, breite Streifen derselben hin; am 14. Sept. ungeheure Mengen kleiner Salpen und Polycyttarien, so dass das Wasser streifenweise milchig aussah.

Ich versäumte natürlich nicht, mir täglich grosse Mengen des Sargasso-Tangs auf Deck heraufzuholen und dieselben auf die an und zwischen den Pflanzen befindlichen Tierchen zu durchmustern. Bei dieser Gelegenheit boten sich mir denn einige so auffallende Fälle von Mimicry dar, dass sie wohl der Mitteilung wert erscheinen. Die Farbe der Tangbüsche in der Jugend ist ein gelbliches Grün, während ältere Zweige meistens mehr oder weniger dunkelbraun sind. Auf den Zweigen, Blättern und Luftbehältern des *Sargassum* gedeiht ein überaus üppiges tierisches Leben. Sehr zahlreich waren an den meisten der von mir untersuchten Büsche kleine Aktinien, von einer bald etwas helleren, bald etwas dunkleren braunen Farbe. An manchen Stellen waren diese kleinen Aktinien so häufig, dass die Zweige dicht mit ihnen bedeckt erschienen. An denselben Büschen nun, welche diese Aktinien trugen, die sich ziemlich gut von der Stelle zu bewegen vermögen, fand ich regelmässig kleine Nacktschnecken in ziemlich vielen Exemplaren vor. Diese kleinen, im ausgestreckten Zustande 1—1,5 cm langen Schnecken tragen auf dem Rücken zahlreiche retraktile Tentakeln, die in mehreren, in kleineren Abständen von einander stehenden Querreihen hintereinander liegen. Die Farbe der Schnecken ist ein verschieden intensives Braun, ganz ähnlich der Farbe der eben erwähnten Aktinien. Wenn sich die Schnecken etwas stark zusammenziehen, so dass die Tentakeln dicht aneinanderrücken, so sehen sie den Aktinien so ähnlich, dass es für einen Nichtkenner der beiden Tierklassen anfangs mit Schwierigkeiten verknüpft ist, dieselben zu unterscheiden. Ich habe mich davon wiederholt beim Kapitän unseres Schoners überzeugt, der die Tierchen lange miteinander verwechselte und mir oft eine Schnecke gab, wenn ich ihn ersucht hatte, mir eine Aktinie zu reichen. Vielleicht noch täuschender wie diese ahmt eine andere kleine Nacktschnecke die Aktinien nach; bei dieser stehen die retraktilen Tentakeln nicht in hintereinanderliegenden Querreihen auf dem Rücken, sondern in zwei Längsreihen, je eine an jeder Rückenseite. Die Aktinien-Ähnlichkeit tritt selbstverständlich auch hier nur dann hervor, wenn sich die Schnecke stark zusammenzieht, also etwa in Zeiten der Gefahr.

Welchen Nutzen kann nun wohl die Aktinien-Ähnlichkeit für die kleinen Nacktschnecken, deren Namen ich leider nicht anzugeben vermag, haben? Thatsache ist zunächst, dass die Schnecken die Aktinien fressen, und zwar in ziemlich grosser Anzahl; ich habe beobachtet, dass eine einzige Schnecke innerhalb einer Stunde etwa 4—5 Aktinien verzehrte. Dass durch die Ähnlichkeit mit den Aktinien den Schnecken möglich gemacht würde, sich unbemerkt ihrer Beute nähern zu können, diese Ansicht ist natürlich von vornherein ausgeschlossen, da ja die Aktinien bei der beschränkten Ortsbewegung, deren sie fähig sind, ihren viel schnelleren

Feinden doch nicht entwischen können. So bleibt nur die eine Vermutung übrig, nämlich dass wir es hier mit echter Mimicry zu thun haben, dass durch die Ähnlichkeit mit Aktinien die Schnecken mit ersteren verwechselt werden können. Tiere also z. B., welche Nacktschnecken verzehren, Aktinien dagegen, vielleicht wegen der in ihrer Körperoberfläche zahlreich zerstreuten Nesselzellen, verschmähen, würden diese Schnecken, zumal wenn sie in zusammengezogenem Zustande sich befinden, nicht selten mit Aktinien verwechseln, und die Schnecken selbst würden den Angriffen ihrer Feinde weniger ausgesetzt sein, um so ungestörter aber ihrer eigenen Beute, den Aktinien nachgehen können. Da ich leider nicht habe konstatieren können, welche speziellen Feinde die Schnecken haben und ob diese auch in der That die Aktinien verschmähen, so bleibt die versuchte Erklärung eben nur ein Versuch, den ich aber doch hier vorlegen möchte; vielleicht hat ein anderer Gelegenheit, bei längerem Aufenthalt im Sargassomeer die Frage entgültig zu entscheiden.

Bei Nacktschnecken scheinen übrigens Fälle von Mimicry schon mehrfach zur Beobachtung gekommen zu sein. So lebt die *Chromodoris gracilis* nach Dr. H. v. Ihering zusammen mit einem Schwamm *(Suberites).* »Dem eben erwähnten Schwamm (blaugefärbt) gleicht unsere Chromodoride hinsichtlich der Farbe in einer Weise, dass es sehr nahe liegt, darin einen Fall von Mimicry zu erblicken.« (Dr. H. v. Ihering: Beiträge zur Kenntnis der Nudibranchien des Mittelmeeres. Malakozool. Blätter. N. F. Band 2, pag. 12.) Auch hier gleicht die Schnecke merkwürdigerweise einem Zoophyten. Ob solche Fälle wohl mehr vorkommen mögen? Es würde sich gewiss der Mühe lohnen, darauf zu achten.

Auf denselben Tangbüschen findet man andere, etwas grössere Nacktschnecken, die aber nicht anderen Tieren ähnlich sind, sondern die Formen der Tangzweige und Blätter oft so täuschend nachahmen, dass man in dem Gewirr von durcheinanderlaufenden Zweigen und Blättern die grösste Mühe hat, sie aufzufinden. Die Nacktschnecken haben seitlich, vorn und hinten lappenförmige Auswüchse des Körpers, und zwar bei einer von mir gezeichneten Art zwei am Kopfende, zwei an jeder Bauchseite des Körpers, einen am hinteren Ende desselben. Diese Lappen-Auswüchse sind an den Rändern unregelmässig gezähnelt, die Spitzen der Zähne sind von brauner Farbe, genau so wie an älteren Tangzweigen. Die Oberfläche der Lappen und auch ein Teil des übrigen Körpers ist mit vielen kleinen, gleichfalls braun gefärbten spitzen Zähnchen besetzt. Die Farbe des ganzen Tieres ist ein Olivengrün, vollkommen gleich demjenigen der Tangzweige, zwischen denen es sich aufhält.

Leider vermag ich den Namen dieser Tierchen nicht anzugeben. Da ich aber noch einige Exemplare derselben in Weingeist aufbewahrt habe, so würde ich mit Freuden einem Zoologen, der auf diesem Gebiete bewandert ist, je eines derselben abtreten können, wofür derselbe dann event. die Namen bekannt machen müsste.

Moritz Wagner erklärt die Erscheinungen der Mimicry für die Folge eines den Tieren selbst inne wohnenden Schutztriebes, der sie veranlasse, gerade solche Plätze zum Aufenthalt zu wählen, mit denen sie in der

Farbe am meisten übereinstimmten. Er sagt: »Die Erscheinung der Mimicry halte ich für die einfache Folge des allen Tieren angeborenen Schutztriebes, der sie in dem Suchen und der Wahl eines passenden Standortes oder sichern Versteckes mit richtigem Instinkt leitet.« Oder an einer andern Stelle: »Der allen Tieren angeborene Erhaltungstrieb, welcher gegenüber den rastlos drohenden Gefahren ihre Sinne schärft, drängt Seetiere so gut wie Landtiere, den passendsten Standort zu suchen, der ihrer Farbe und Form entspricht«. (Kosmos, Bd. VII, pag. 90 u. 97.) Wer wie ich Gelegenheit gehabt hat, die kleinen Krabben und Garneelen, welche sich in den Tangbüschen des Sargassomeers herumtreiben, halbe Tage lang andauernd zu beobachten, der muss gestehen, dass die Wagnersche Ansicht sehr viel für sich hat, wenn auch dadurch keineswegs der Selektionstheorie der Abschied gegeben wird. Ob die von mir beobachtete Krabbe dieselbe ist, die Wagner erwähnt, also *Nautilograpsus minutus*, kann ich nicht sagen. Ich habe mehrere Hundert derselben gesammelt, glaube aber nach flüchtigem Durchsehen mehrere Spezies unterscheiden zu müssen, wenngleich die Variabilität namentlich in der Färbung eine ganz erstaunliche ist. Es ist geradezu wunderbar, in welchem Grade jede einzelne der zahllosen Farben-Variationen der Farbe des Tangs angepasst ist. Die kleinen hellgrünen, jungen Krabben, sowie kleine hellgrüne Garneelen findet man immer an jungen, grün gefärbten Tangblättern. Ältere braun gefärbte Krabben sitzen an älteren Tangteilen. Diese älteren braunen Tangzweige sind gewöhnlich mit mancherlei weissen Krusten bedeckt, den Gehäusezellen von Bryozoen. Diesen weissen Flecken entsprechend findet man auch auf dem braunen Panzer der Krabben weisse Flecke; die Beine sind manchmal von olivengrüner Grundfarbe mit bräunlichen Flecken, täuschend ähnlich dünnen, schmalen Tangblättern, die eben anfangen sich zu bräunen. Wenn man, wie ich es that, einen Tangbusch mit einem Haken auf Deck holt, ihn in ein grosses Fass mit Seewasser legt und eine Zeit lang, etwa eine Stunde, unberührt lässt und dann denselben auf Krabben durchmustert, ohne aber den Busch selbst zu berühren, so hält es ungemein schwer, auch nur 3 oder 4 Krabben zu entdecken, trotzdem man von der Anwesenheit eines Viertelhundert fest überzeugt ist. Sobald man dann aber den Tangbusch tüchtig schüttelt, namentlich auch ausser Wasser, jedoch so, dass die etwa sich ablösenden Tiere in das Fass fallen, entdeckt man gleich eine Anzahl verschiedenster Krabben und Garneelen, und nun kann man bei aufmerksamer Betrachtung Beobachtungen anstellen, welche in der That für die oben citierte Ansicht Moritz Wagners sprechen. Fassen wir z. B. eine kleine grüne Garneele ins Auge, die ein Stück vom Tangbusch entfernt im klaren Wasser umherschwimmt: Sie sucht die Pflanzen natürlich möglichst bald wieder zu erreichen und immer setzt sie sich an ganz junge, schön grüne Blätter, mit deren Farbe ihre eigene vollkommen harmoniert. Ich habe diese Beobachtung wohl 40—50 mal gemacht, habe aber niemals gesehen, dass sich die kleine grüne Garneele an dunkelbraune Zweige setzt. Die jungen, gleichfalls grünlich gefärbten Krabben verhalten sich gerade so; die alten, braunen Tiere können sich mit erstaunlicher Geschwindigkeit durch das dichteste Geflecht von

Zweigen und Blättern hindurchwinden und sind sehr bald in einem möglichst dichten Knäuel brauner Tangzweige verschwunden, in dem man sie nur schwer entdeckt.

Ein auffallendes Beispiel von Mimicry bei Krabben, resp. von Gleichartigkeit der Färbung mit der Umgebung, sollte ich am 11. September kennen lernen, als wir schon längst aus dem Bereiche der Sargassobüsche waren; nur einzelne kleine Bruchstücke schwammen noch hin und wieder an uns vorbei. Es war auf 37^0 58′ n. B. und 32^0 51 w. L. bei vollkommen ruhiger See. Gegen Abend dieses Tages schwamm in unmittelbarer Nähe des Schiffes ein etwa Hand grosses Stück Bast eines Baumes von braun-schwarzer Farbe vorbei. Da ich an demselben Hydroid-Polypen vermutete, so fischte ich dasselbe mit einem Schöpflöffel, den ich mir zu ähnlichen Zwecken gemacht hatte und den ich sehr brauchbar gefunden habe, auf und legte es in einen Eimer mit frischem Seewasser, um mir die an demselben sitzenden Polypen anzusehen. Wie ich so vor dem Eimer stehe und das Objekt beschaue, entdecke ich an den Bewegungen der Beine und Fühler eine Krabbe, welche ganz genau so gefärbt ist wie das Holzstück. Würde das Tier sich nicht bewegt haben, so hätte es wohl noch eine Weile gedauert, bis ich es entdeckt hätte, so auffallend war die Ähnlichkeit. Mein Kapitän hat später auf meine Veranlassung mehrere Male nach der Krabbe gesucht; es dauerte stets circa zwei Minuten, bis er sie deutlich sah, vorausgesetzt natürlich, dass das Tier selbst sich nicht bewegte und dass das Baststück ruhig im Wasser lag. Wie kommt diese braune Krabbe gerade an dieses vollkommen gleich gefärbte Stückchen Holz inmitten des Ozeans? An die Ausprägung dieser Gleichfarbigkeit durch Zuchtwahl ist wohl nicht zu denken. Oder soll man annehmen, dass früher auf diesem Holzstück sich mehrere Krabben befanden, unter diesen auch die braune, und dass diese letztere in dem entstandenen Kampf ums Dasein die allein überlebende geblieben ist? Damit wäre noch immer nicht erklärt, wie gerade die braune Krabbe an das gleichfarbige Holz gekommen. Ich glaube, es bleibt uns nichts anderes übrig, als uns der Ansicht Wagners anzuschliessen und ein bewusstes oder vielleicht instinktives Aufsuchen des gleichfarbigen Baststückes von seiten der Krabbe anzunehmen. Das Baststück wird zwischen Tangbüschen umhergeschwommen sein und hier hat sich eine braune Krabbe an dasselbe angesetzt; nachher ist das Holz mit der Krabbe weggetrieben worden und so konnte ich mitten im offenen Ozean dieses merkwürdige Beispiel von Mimicry beobachten.

Zahlreiche kleine, dünne Fische habe ich zwischen den Tangbüschen des Sargassomeeres angetroffen, welche durch ihre braun-graue Farbe sehr geschützt waren vor Erkanntwerden. Ich erinnere mich, dass ich eines Nachmittags einen kleinen Tangbusch sehr sorgfältig nach Krabben absuchte und mit dieser Beschäftigung wohl eine Stunde Zeit verbrauchte. Als ich dann den Busch aus dem Eimer nahm, um ihn über Deck zu werfen, fiel ein solcher dünner Fisch etwa von der Dicke eines Bleistiftes heraus. Ich hatte ihn also vorher nicht bemerkt, ein Zeichen, dass er gut geschützt war. Natürlich setzte ich den Fisch nun in einen andern Eimer, in dem sich gleichfalls ein Tangbusch befand; sofort war das

flinke Tierchen meinen Augen entschwunden und in dem dichten Gezweig konnte ich lange suchen, bis ich es wieder fand.

Ich weiss nicht, ob ein ausführlicher Bericht über die Fauna des Sargassomeeres von den Gelehrten der Challenger-Expedition herausgegeben worden ist. Durch meinen mehrjährigen Aufenthalt in Brasilien bin ich mit der neueren zoologischen Litteratur auf einen sehr gespannten Fuss gekommen. Sollte ich daher etwas schon Bekanntes gesagt haben, so bitte ich den Leser, dies freundlichst entschuldigen zu wollen. Jedenfalls aber dürfte ein Ausflug ins Sargassomeer für jeden Zoologen sehr lohnend sein. Eine solche Reise ist ziemlich leicht auszuführen und würde auch gar nicht so sehr viel kosten. Man kann sich z. B. auf einem Segelschiff, am besten einem Schoner oder einer Barke, einen Platz nach Westindien mieten. Wie billig verhältnismässig solche Segelschiffreisen sind, habe ich selbst erfahren; ich habe von Porto Alegre (Süd-Brasilien) bis nach Falmouth (England) 300 Mark mit voller Verpflegung bezahlt; die Reise dauerte vom 15. Juni bis zum 25. September. Wenn das Wetter einigermassen gut ist, so kann man viel sammeln. Zugleich würde bei einer solchen Segelschiffreise nach Westindien z. B. Gelegenheit geboten, auch die Fauna und Flora des Landes etwas kennen zu lernen — während der Zeit, in der das Schiff zum Aus- und Einladen im Hafen liegt. Kurz ich glaube, eine solche Reise würde sich, wenigstens für Sammler, lohnender gestalten wie die meisten der jetzigen Ausflüge etwa an die Küsten des Mittelmeeres oder des Roten Meeres.

Die Religion in Vergangenheit und Zukunft.*

Von

Herbert Spencer.

Im Gegensatz zum gewöhnlichen Bewusstsein beschäftigt sich das religiöse Bewusstsein mit dem, was über den Bereich der Sinne hinausgeht. Ein Tier denkt nur an Dinge, die getastet, gesehen, gehört, geschmeckt werden können u. s. w., und gleiches gilt von dem noch unentwickelten Kind, vom Taubstummen und vom niedrigsten Wilden. Der höher entwickelte Mensch aber hat Gedanken über Wesen, die er für in der Regel unberührbar, unhörbar, unsichtbar hält und denen er gleichwohl Einwirkungen auf sich zuschreibt. Was ruft diese Vorstellung von das Wahrnehmungsvermögen übersteigenden Agentien hervor? Wie entwickeln sich diese Ideen vom Übernatürlichen aus den Ideen vom Natürlichen? Der Übergang kann kein plötzlicher, unvermittelter sein; jede Schilderung des Entstehens der Religion muss daher zunächst die einzelnen Stufen aufzudecken suchen, welche jenen Übergang ermöglicht haben.

Die Geistertheorie lässt uns diese Stufen ganz deutlich erkennen. Sie zeigt uns, dass die Differenzierung unsichtbarer und ungreifbarer Wesen aus sichtbaren und greifbaren Wesen wirklich ganz langsam und unmerklich weiterschreitet. Aus dem Umstande, dass das andere Ich, wenn es im Traume auf seine vermeintliche Wanderschaft geht, alles, wovon geträumt wird, thatsächlich gethan und gesehen haben soll — aus dem Umstande, dass das andere Ich im Tode von dannen zieht, aber baldigst zurückerwartet und als ein Doppelwesen aufgefasst wird, das ebenso körperlich wie sein Original — ergibt sich klar genug, wie unbedeutend das übernatürliche Etwas in seiner ursprünglichsten Form vom natürlichen Wesen abweicht — wie es einfach der irdische Mensch

* Dieser Artikel soll später das Schlusskapitel der „Kirchlichen Einrichtungen" — als des VI. Teils der „Principien der Sociologie" — bilden. Die thatsächlichen Angaben in der ersten Hälfte desselben gründen sich allerdings auf den Inhalt der unmittelbar vorhergehenden Kapitel; jedoch findet der Leser Belege für beinahe alle diese Folgerungen auch in dem bereits erschienenen I. Teil der „Principien der Sociologie" (Stuttgart, E. Schweizerbart, 1877).

selber ist, nur ausgerüstet mit dem Vermögen, heimlich herumzuwandern und Gutes oder Böses zu thun. Und wenn diejenigen, die den Toten kannten, sobald sie nicht mehr von ihm träumen, aus seinem Nichterscheinen in ihren Traumphantasien den Schluss ziehen, dass er nun ganz und unwiderruflich tot sei, so zeigt dieser Glaube, dass solchen frühesten übernatürlichen Wesen auch nur eine vorübergehende zeitliche Existenz zugeschrieben wird: die ersten Ansätze zu einem dauernden, unzerstörbaren Bewusstsein vom Übernatürlichen schlagen noch gänzlich fehl*.

In vielen Fällen ist es überhaupt zu keiner höhern Entwicklungsstufe gekommen. Das Geisterheer rekrutiert sich zwar auf der einen Seite beständig durch neue Todesfälle, verliert aber auf der andern Seite an älteren Mannschaften in dem Masse, als die Erinnerung an sie erlischt und sie aus den Träumen der Lebenden verschwinden. So nimmt es im ganzen weder zu noch ab und keines seiner Mitglieder erringt eine hervorragendere Stellung als von mehreren Generationen anerkannte übernatürliche Macht. Bei den Zulu z. B. wird der Unkulunkulu oder der Ururalte, der Stammvater des Volkes, für unwiderruflich oder vollkommen tot gehalten und sie suchen daher auch nur Geister aus neuerer Zeit durch Opfer zu versöhnen. Wo aber die Umstände eine Fortdauer der Darbringungen an den Gräbern begünstigen, wo auch die Vertreter jeder neuen Generation daran teilnehmen, sich von den Toten erzählen lassen und diese Überlieferung weiter übermitteln, da entsteht allmählich die Vorstellung von einem stetig fortlebenden Geist oder Gespenst. Damit prägt sich denn auch im Denken ein schärferer Gegensatz zwischen übernatürlichen und natürlichen Wesen aus. Gleichzeitig erfolgt eine bedeutende Vermehrung der Anzahl dieser vermeintlichen übernatürlichen Wesen, indem nun immer neue zur früheren Schar hinzukommen, und immer mehr tritt die Neigung hervor, zu glauben, dass sie überall gegenwärtig und die Ursache jedes ungewöhnlichen Ereignisses seien.

Bald werden sodann den verschiedenen Geistern auch verschiedene Kräfte zugeschrieben, was eine ganz natürliche Folge der beobachteten Unterschiede zwischen den Kräften lebender Menschen ist. Wenn daher die Versöhnung gewöhnlicher Geister nur deren unmittelbaren Nachkommen obliegt, so erscheint es doch gelegentlich einfach aus Klugheit geboten,

* Für diejenigen unter unseren geehrten Lesern, denen der I. Band der „Principien der Sociologie“ noch nicht bekannt sein sollte, sei beigefügt, dass dort auch eine hochwichtige Vorfrage zu den oben angedeuteten Verallgemeinerungen in überzeugender Weise erledigt wird, — die Frage nämlich, wie der primitive Mensch überhaupt dazu kam, Totes und Lebendiges miteinander zu verwechseln oder besser ohne scharfe Grenze ineinander übergehen zu lassen. Mehrere Kapitel beschäftigen sich mit den „Ideen vom Belebten und Leblosen“, von „Schlaf und Traum“, von „Ohnmacht, Apoplexie, Katalepsie, Ekstase und anderen Formen der Bewusstlosigkeit“, „von Tod und Auferstehung“ u. s. w. und zeigen, wie notwendig der Glaube entstehen musste, dass alle möglichen Dinge, insbesondere auch der Mensch selber, unter verschiedenen Umständen, oft nur an ganz bestimmten Örtlichkeiten u. dgl., im stande seien, willkürlich aus dem sichtbaren in den unsichtbaren, aus dem lebendigen in den leblosen Zustand und umgekehrt überzugehen, und wie daraus erst die Idee von einem andern Ich, von einem besondern, für sich ablösbaren Doppelwesen des Menschen sich differenziert hat. Anm. d. Red.

auch die Geister von anderen, besonders gefürchteten Männern durch Opfer zu besänftigen, obgleich dieselben keine blutsverwandtschaftlichen Ansprüche darauf haben. So zeigen sich schon sehr frühe die ersten Anfänge jener Abstufungen der übernatürlichen Wesen, die später so schroff hervortreten.

Fortwährende Kriege, die mehr als jede andere Ursache den Anstoss zu diesen ersten Differenzierungen geben, bewirken auch fernerhin eine entschiedenere Ausprägung derselben. Denn indem als häufige und notwendige Folge der Kriege kleine Gesellschaften zu grossen und diese zu noch grösseren verschmelzen und damit auch die Machtbefugnisse der lebenden Menschen sich immer mannigfaltiger abstufen, muss die Vorstellung von einer ähnlichen Verschiedenartigkeit des Ranges und der Gewalt unter ihren Geistern auftauchen. So entwickeln sich im Laufe der Zeit die Begriffe von grossen Geistern oder Göttern, von zahlreichen sekundären Geistern oder Halbgöttern und so noch weiter abwärts — ein ganzes Pantheon; doch besteht immer noch kein wesentlicher Unterschied der Art oder Beschaffenheit zwischen ihnen, wie schon daraus zu ersehen ist, dass die gewöhnlichen Geister von den Römern manes-Götter und von den Hebräern elohim genannt wurden. Da ferner das Leben in der andern Welt nur eine Wiederholung des Lebens in dieser Welt, seiner Bedürfnisse, Beschäftigungen und sozialen Einrichtungen ist, so bezieht sich jene Differenzierung verschiedener Rangklassen der übernatürlichen Wesen bald nicht mehr bloss auf ihre Kräfte, sondern auch auf ihren Charakter und die ganze Art ihrer Thätigkeit. Es gibt jetzt Lokalgötter, Gottheiten, welche dieser oder jener Gruppe von Erscheinungen vorstehen, vor allem gute und böse Geister der mannigfachsten Art, und wo durch Eroberungskriege zwei oder mehrere Gesellschaften übereinander geschichtet worden sind, die eine jede ihr eigenes System von aus dem Geisterglauben entsprungenen Dogmen haben, da entsteht eine verwickelte Kombination solcher Glaubenssätze, eine förmliche Mythologie.

Da nun die Geister ursprünglich einfache Wiederbilder ihrer Originale darstellen und denselben in allen Stücken gleichen und die Götter (wenn nicht gar die lebenden Glieder eines siegreichen und herrschenden Volkes) nichts anderes als Doppelwesen der verstorbenen Mächtigen sind, so können letztere zunächst in ihrer physischen Beschaffenheit, ihren Leidenschaften und ihrem ganzen Denken und Fühlen natürlich auch nicht weniger menschlich erscheinen als andere Geister. Gleich den Doppelwesen der gewöhnlichen Toten schreibt auch ihnen der fromme Glaube das Vermögen zu, Fleisch, Blut, Brot, Wein oder was man ihnen dargebracht, zu verzehren — ursprünglich in durchaus grobstofflichem Sinne, später jedoch auf etwas geistigere Weise, indem sie nur die Essenz, das Wesen der Dinge sich aneignen sollen. Sie erweisen sich nicht bloss als sichtbare und greifbare Persönlichkeiten, sondern lassen sich auch mit den Menschen in Kämpfe ein; sie werden verwundet und leiden Schmerzen — nur mit dem Unterschiede, dass sie wunderbare Kräfte zur Heilung der Wunden und dem entsprechend Unsterblichkeit besitzen. Letzteres gilt jedoch nur mit einem gewissen Vorbehalt; denn nicht allein, dass

wir bei den verschiedensten Völkern den Glauben finden, die Götter stürben einen ersten Tod (was da sehr natürlich ist, wo diese einem herrschenden Volke angehören, dessen Anführer, von den Unterjochten wegen ihrer höheren Gewalt Götter genannt werden), sondern es kommt auch unter Kulturvölkern vor, dass ein zweiter und endgültiger Tod eines Gottes für möglich gehalten wird, wie dies z. B. von Pan bekannt ist — ein Tod gleich jenem zweiten und endgültigen Tode jedes Menschen, wie ihn viele heute lebende Wilde annehmen.

Mit dem Fortschritt der Zivilisation vollzieht sich eine immer bestimmtere Scheidung des Übernatürlichen vom Natürlichen. Nichts hindert die allmähliche Entkörperlichung des Geistes und des Gottes, und dieser Prozess wird unvermerkt durch jeden Versuch gefördert, die Vorstellungen von übernatürlichem Geschehen und Handeln konsequent auszugestalten: der Gott ist bald nicht mehr greifbar, und später entzieht er sich auch den Augen und Ohren der Sterblichen. Neben dieser Differenzierung seiner körperlichen Attribute von denen des Menschen geht, aber erheblich langsamer, eine Differenzierung seiner geistigen Eigenschaften einher. Dem Gott des Wilden wird ein Verstand zugeschrieben, der kaum oder gar nicht grösser ist als der des lebenden Menschen, und mit Leichtigkeit kann er hintergangen werden. Auch die Götter von halbzivilisierten Völkern lassen sich noch betrügen, sie selbst begehen Fehler und es reuen sie ihre Absichten, und erst nach langer, langer Zeit erhebt sich die Vorstellung von unbegrenzter Einsicht und Allwissenheit. Eine ganz entsprechende Umgestaltung erfährt gleichzeitig die Gefühlsseite des Gottes. Die gröberen Leidenschaften, ursprünglich sehr stark entwickelt und von den gläubigen Verehrern ängstlich berücksichtigt, schwächen sich immer mehr ab, bis nur noch solche Erregungen übrig bleiben, die weniger auf die Befriedigung körperlicher Begierden gerichtet sind, und zuletzt werden auch diese teilweise von ihrem menschlichen Beigeschmack gereinigt.

Fortwährend aber und stets von neuem wirken die Erfordernisse des sozialen Zustandes darauf hin, die den Gottheiten zugeschriebenen Eigenschaften mit diesem selbst in Einklang zu bringen. Während der rein kriegerischen Thätigkeitsphase eines Volkes ist sein oberster Gott ein dräuender Herrscher, dem Ungehorsam für das grösste Verbrechen gilt, der unversöhnlich ist in seinem Grimm und erbarmungslos im Strafen, und was ihm etwa daneben von milderen Eigenschaften zuerkannt wird, das nimmt doch im sozialen Bewusstsein nur eine ganz bescheidene Stelle ein. Wo aber der Militarismus zurücktritt und die ihm entsprechende harte despotische Regierungsform allmählich einer andern Platz macht, welche dem Industrialismus angepasst ist, da drängen sich immer mehr und ausschliesslicher in den Vordergrund des religiösen Bewusstseins jene Besonderheiten der göttlichen Natur, welche mit der Ethik des Friedens in Übereinstimmung stehen: göttliche Liebe, göttliche Vergebung, göttliche Barmherzigkeit — diese Charakterzüge bilden nun vorzugsweise den Gegenstand frommer Betrachtungen.

Um den Einfluss des geistigen Fortschritts und der Veränderungen im sozialen Leben, der hier abstrakt dargestellt wurde, ganz klar zu erkennen, müssen wir auch noch einen Blick auf ihre konkrete Erscheinung

werfen. Überschauen wir ohne alle Rücksicht auf die bereits gezogenen Folgerungen die Urkunden, Denkmäler und Überlieferungen der alten Ägypter, so sehen wir deutlich, wie aus ihren primitiven Vorstellungen von rohen tier- oder menschenähnlichen Göttern allmählich vergeistigte Ideen von Göttern und schliesslich von einem Gott sich entwickelten: erst die Priesterschaft der späteren Zeiten wies den Glauben ihrer Vorgänger zurück und stellte ihn als Verderbnis dar, indem sie sich von der allgemeinen Tendenz, den frühesten Zustand für den vollkommensten zu halten, beherrschen liess — eine Tendenz, die unschwer bis auf die Theorien unserer heutigen Theologen und Mythologen herab zu verfolgen ist. Setzen wir abermals jede Spekulation beiseite und fragen wir nicht danach, welchen historischen Wert die Ilias haben möchte, sondern nehmen wir sie einfach als Zeugnis des frühern griechischen Begriffes von Zeus und vergleichen wir diesen mit den in Platos Gesprächen niedergelegten Ideen, so zeigt sich unverkennbar, wie bedeutend die griechische Zivilisation (in den besseren Geistern wenigstens) jene noch rein anthropomorphische Auffassung des höchsten Gottes verändert hat: seine niedrigeren menschlichen Attribute sind ganz beseitigt, seine höheren wesentlich geläutert und verklärt. Ebenso wenn wir den Gott der Juden, wie er in den ältesten Überlieferungen dargestellt ist, dem Menschen gleich im Aussehen, in seinen Begierden und Gemütsbewegungen, vergleichen mit dem Gott aus der Zeit der Propheten: sein Machtgebiet erweitert sich in gleichem Masse, als sein ganzes Wesen sich immer mehr von dem des Menschen entfernt. Und halten wir die Vorstellungen von ihm dagegen, die heutzutage herrschen, so bemerken wir erst die ausserordentliche Umgestaltung, welche mit denselben vor sich gegangen ist. Vermöge einer wohl angebrachten Vergesslichkeit ist es soweit gekommen, dass derselbe Gott, von dem die alten Sagen erzählen, er habe die Herzen der Menschen verhärtet, damit sie strafbare Dinge verüben sollten, und einen Lügengeist ausgesandt, sie zu betrügen, in unseren Tagen der Mehrzahl als eine Verkörperung von Tugenden erscheint, die unsere höchsten Vorstellungen übersteigen.

Wir haben also die Thatsache anzuerkennen, dass im Geiste des primitiven Menschen weder eine religiöse Idee noch ein religiöses Gefühl existiert, finden aber zugleich, wie im Laufe der sozialen Entwicklung und der sie begleitenden Entwicklung des Verstandes sowohl die Ideen als die Gefühle ins Leben gerufen werden, die wir als religiöse unterscheiden, und dass dieselben unter dem Einfluss einer deutlich übersehbaren Kette von Ursachen alle jene oben angedeuteten Stadien durchlaufen haben, um endlich bei den zivilisierten Völkern ihre gegenwärtigen Formen zu erreichen.

Und nun, welchen Schluss dürfen wir daraus in bezug auf die Entwicklung religiöser Ideen und Gefühle in der Zukunft ziehen? Auf der einen Seite wäre es unverständig, anzunehmen, dass jener Prozess, welcher das religiöse Bewusstsein bis zu seiner heutigen Form emporgeführt hat, jetzt plötzlich aufhören werde. Nicht minder ungereimt

wäre aber anderseits die Meinung, dieses religiöse Bewusstsein, das sich doch, wie wir gesehen haben, auf ganz natürliche Weise entwickelt hat, werde etwa völlig verschwinden und eine klaffende Lücke hinterlassen. Offenbar muss es noch weitere Umgestaltungen erfahren und dabei, wenn auch noch so sehr verändert, doch zu existieren fortfahren. — Welche Veränderungen sind nun wohl zu erwarten? Wenn wir den oben angedeuteten Prozess auf seine einfachsten Ausdrücke zurückführen, wird sich uns die Möglichkeit einer befriedigenden Antwort eröffnen.

Wie in den »Grundlagen der Philosophie«, §. 96 dargelegt wurde, wird die Entwicklung in ihrem ganzen Verlaufe begleitet und in der Regel abgeändert durch die Auflösung, welche sie schliesslich wieder aufhebt und zu nichte macht; und die zu tage tretenden Veränderungen sind gewöhnlich nur das Differenzergebnis aus dem Widerstreit des Strebens nach Integration und Desintegration. Diese allgemeine Wahrheit müssen wir im Auge behalten, um Entstehung und Verfall von Religionssystemen richtig zu verstehen und die Zukunft derjenigen unserer Zeit mit einiger Wahrscheinlichkeit vorausbestimmen zu können. Während jener früheren Stadien, welche eine Hierarchie von Göttern, Halbgöttern, Manen und Geistern verschiedener Art und Rangabstufung erzeugen, pflegt die Entwicklung mit nur unbedeutender Beeinträchtigung weiter zu schreiten. Indem das so entstandene wohlgefugte mythologische Gebäude an Bestandteilen zunimmt, d. h. die Menge seiner übernatürlichen Wesen vermehrt, erlangt es zugleich immer grössere Ungleichartigkeit und grössere Bestimmtheit in der Anordnung seiner Teile und in den Attributen eines jeden derselben. Allein die entgegenwirkende Auflösung gewinnt doch schliesslich die Oberhand. Je weiter die Erkenntnis von der natürlichen Verursachung alles Geschehens sich verbreitet, in desto lebhafteren Widerspruch tritt sie mit dieser mythologischen Entwicklung, bis sie ganz unmerklich diejenigen ihrer Glaubenssätze untergraben hat, die am wenigsten mit dem fortschreitenden Wissen vereinbar sind. Von Dämonen und all' den untergeordneten Gottheiten, welche je ihr besonderes Teilgebiet der Natur zu verwalten haben, ist immer weniger die Rede, je allgemeiner die Beobachtung lehrt, dass die ihnen zugeschriebenen Erscheinungen einer gesetzmässigen Ordnung folgen, und auf solche Weise verflüchtigen sich allmählich diese minder bedeutenden Elemente der Mythologie. Zu gleicher Zeit wächst die Überlegenheit des grossen Gottes, welcher an der Spitze des ganzen Gebäudes steht, und immer weiter greift die Neigung um sich, ihm Wirkungen zuzuschreiben, die früher auf eine grosse Zahl übernatürlicher Wesen verteilt waren: es findet eine Integration der Kräfte statt. Und indem sich daraus folgerichtig die Vorstellung von einer allmächtigen und allgegenwärtigen Gottheit entwickelt, gehen in demselben Masse auch nach und nach die ihr beigelegten menschlichen Attribute verloren: die Auflösung beginnt selbst die höchste Persönlichkeit in Hinsicht auf die ihr zugeschriebene Form und Wesensbeschaffenheit anzugreifen.

Bereits ist dieser Prozess, wie wir sahen, in den fortgeschritteneren Gesellschaften und besonders bei ihren höher stehenden Vertretern soweit gediehen, dass alle geringeren übernatürlichen Kräfte in einer einzigen

übernatürlichen Macht aufgegangen sind, und schon jetzt hat diese eine Macht durch »De-Anthropomorphosierung«, wie es Herr Fiske treffend nennt, alle gröberen menschlichen Attribute abgestreift. Sofern die Dinge auch fortan denselben allgemeinen Verlauf nehmen wie bisher, so ist vorauszusehen, dass diese Abstreifung menschlicher Attribute noch weitergehen wird. Fragen wir uns, was für positive Veränderungen hiernach zu gewärtigen sind.

Zwei Faktoren müssen zusammenwirken, um solche hervorzubringen. Es sind dies einmal die Ausbildung jener höheren Gefühle, welche nicht länger dulden, dass einer Gottheit niedrigere Gefühle zugeschrieben werden, und zweitens die intellektuelle Entwicklung, welche bei den früher anerkannten rohen Erklärungen keine Befriedigung mehr finden kann. Natürlich werde ich, um die Wirkungen dieser Faktoren darzulegen, auch auf einige zurückkommen müssen, die allbekannt sind, allein dieselben fordern im Zusammenhang mit anderen wenigstens eine kurze Berücksichtigung.

Die Grausamkeit eines fidschianischen Gottes, der die Seelen der Toten verzehrt und sie dabei grässlich martert, ist klein im Vergleich zu derjenigen eines Gottes, der die Menschen zu ewigen Qualen verdammt; und dass man ihm diese Grausamkeit zuschreiben soll — obschon es in kirchlichen Formeln regelmässig geschieht, in Predigten noch gelegentlich wiederholt und immer noch hie und da durch bildliche Darstellungen bekräftigt wird — fängt doch allmählich an für die feiner Fühlenden so unerträglich zu werden, dass manche Theologen dies entschieden in Abrede stellen, andere diesen Punkt in ihren Betrachtungen wenigstens mit Stillschweigen übergehen. Offenbar kann diese Veränderung nicht eher aufhören, als bis der Glaube an Hölle und Verdammnis gänzlich verschwunden ist.

Nicht wenig wird zu seinem Verschwinden auch ein wachsender Abscheu vor Ungerechtigkeit beitragen. Adams Kinder alle durch Hunderte von Generationen hindurch mit schrecklichen Strafen heimzusuchen, für ein kleines Vergehen, an dem sie gar keine Schuld tragen; jeden Menschen zu verdammen, der sich nicht des vorgeschriebenen Mittels bedient, um die Vergebung seiner Sünden zu erlangen, eines Mittels, von dem die allermeisten Menschen nie etwas gehört haben, und die Versöhnung dadurch zu bewerkstelligen, dass ein Sohn hingeopfert wird, der vollkommen schuldlos war, nur um der vermeintlichen Notwendigkeit eines Sühnopfers genüge zu leisten — das ist ein Verfahren, von dem wir uns, wenn es einen menschlichen Herrscher beträfe, mit dem Ausdruck des grössten Entsetzens abwenden würden; und es kann wohl kaum mehr lange dauern, bis es einfach unmöglich wird, der Höchsten Ursache aller Dinge so etwas zuzuschreiben, wie denn auch jetzt schon die Schwierigkeit lebhaft genug empfunden wird.

Ebenso muss endlich die Ansicht aussterben, dass eine Macht, die in unzähligen Welten im ganzen unermesslichen Raum gegenwärtig ist und die während der früheren Existenz der Erde Millionen von Jahren hindurch keiner Verehrung von seiten ihrer Bewohner bedurfte, auf einmal

von einer wunderbaren Gier nach Ruhm ergriffen worden sei und nun, nachdem sie die Menschen erschaffen, denselben zürne, wenn sie ihr nicht beständig zurufen, wie gross sie ist. Wenn nur erst die Menschen sich dem verblendenden Zauber alt überlieferter Eindrücke, der sie am Denken verhindert, einigermassen entzogen haben, so werden sie gewiss gegen einen solchen Charakterzug im Bilde Gottes protestieren, der nichts weniger als verehrungswürdig ist.

Gleiches gilt aber auch von mancherlei logischen Unzuträglichkeiten, welche für den heranreifenden Verstand mehr und mehr auffällig werden. Sehen wir auch ganz ab von den längst erörterten Schwierigkeiten, dass verschiedene der Wesenseigenschaften Gottes mit den anderweitig ihm beigelegten Attributen in Widerspruch stehen — dass es z. B. einem Gott, der bereut, was er gethan hat, entweder an Macht oder an Voraussicht mangelt, oder dass sein Zorn ein Ereignis voraussetzt, das seinen Absichten zuwiderlief und dadurch die Unvollkommenheit seiner Einrichtungen beweist — so stossen wir doch auf die tieferliegende Schwierigkeit, dass solche Gemütsbewegungen ebenso wie alle anderen nur in einem Bewusstsein möglich sind, das begrenzt ist. Jeder Gemütsbewegung gehen gewisse Gedanken voraus und solche Gedanken pflegt man Gott allgemein zuzuschreiben: es wird berichtet, wie er dies oder jenes höre und dadurch emotionell beeinflusst werde. Mit anderen Worten, die Vorstellung von einer Gottheit, welche diese Charakterzüge aufweist, bleibt notwendig anthropomorphisch, nicht bloss in dem Sinne, dass die ihr zugeschriebenen Emotionen dieselben sind wie die eines Menschen, sondern auch insofern, als sie Bestandteile eines Bewusstseins bilden, das sich gleich dem menschlichen Bewusstsein aus aufeinanderfolgenden Zuständen zusammensetzt. Und eine solche Vorstellung vom göttlichen Bewusstsein ist unvereinbar mit dem anderweitig aufgestellten Dogma von der Unveränderlichkeit sowohl als von der Allwissenheit Gottes. Denn ein Bewusstsein, das aus durch äussere Dinge und Geschehnisse verursachten Ideen und Gefühlen besteht, kann sich nicht zu gleicher Zeit mit allen Dingen und allem Geschehen im ganzen Weltall beschäftigen. Wenn der Mensch an ein göttliches Bewusstsein glauben will, so muss er davon absehen, sich dabei das zu denken, was man gewöhnlich unter Bewusstsein versteht — er muss sich mit Sätzen begnügen, die aus leeren Worten aufgebaut sind; und solche blosse Behauptungen, welche sich gar nicht in wirkliche Gedanken übertragen lassen, werden ihn gewiss immer weniger und weniger zu befriedigen vermögen.

Ganz ähnliche Ungereimtheiten kommen natürlich zum Vorschein, sobald wir den Willen Gottes etwas näher betrachten. So lange man darauf verzichtet, dem Worte Wille eine bestimmte Bedeutung unterzulegen, kann man wohl sagen, dass die Ursache aller Dinge Willen besitze, wenigstens ebenso gut wie man etwa sagen könnte, ein Kreis besitze Gefallsucht; geht man aber von den Wörtern zu den Gedanken über, die sie ausdrücken sollen, so zeigt sich, dass wir die Glieder des einen Satzes ebensowenig im Bewusstsein zu vereinigen im stande sind als die des andern. Wer sich von irgend einem fremden Willen einen Begriff zu machen wünscht, der muss dies in den Formen seines eigenen Willens

thun, denn dieser ist ja der einzige ihm unmittelbar bekannte Wille — alle anderen Willen kennt er nur aus Analogieschlüssen. Der Wille aber, wie ein jeder sich desselben bewusst ist, setzt einen Beweggrund voraus — einen treibenden Wunsch nach irgend etwas; vollkommene Indifferenz schliesst die Vorstellung vom Willen einfach aus. Überdies ist mit dem Worte Wille, da er eben einen treibenden Wunsch voraussetzt, auch die Mitbezeichnung von einem Zweck gegeben, den es zu erreichen gilt und mit dessen Erreichung der Wille selbst aufhört, um einem andern Willen Platz zu machen, der auf einen andern Zweck gerichtet ist. Mit anderen Worten: Wille hat ebenso wie Gemütsbewegung eine Reihe von Bewusstseinszuständen zur notwendigen Voraussetzung. Die Vorstellung von einem göttlichen Willen involviert also gleich derjenigen vom menschlichen Willen, von welcher sie ja auch abgeleitet ist, Lokalisierung in Raum und Zeit, indem eben das Wollen jedes einzelnen Zweckes für eine Zeit lang das Wollen anderer Zwecke aus dem Bewusstsein ausschliesst und daher unvereinbar ist mit jener allgegenwärtigen Thätigkeit, welche gleichzeitig auf eine unendliche Zahl von Zwecken hinarbeiten soll.

Nicht anders steht es mit dem Verstande, den man Gott zuzuschreiben pflegt. Ohne uns bei dem reihenartigen Charakter und der Beschränktheit aufzuhalten, die hier wie bei den vorigen Eigenschaften notwendig gegeben sind, sei nur darauf hingewiesen, dass Verstand in der Form, wie er für uns allein vorstellbar ist, andere Existenzen voraussetzt, welche unabhängig von ihm sind und sich ihm als Objekte darstellen. Er beruht ja darauf, dass zunächst durch ausser ihm liegende Thätigkeiten Veränderungen in ihm hervorgerufen werden — dass Dinge ausserhalb des Bewusstseins Eindrücke erzeugen und von diesen Eindrücken Ideen abgeleitet werden. Wer von einem Verstande spricht, der in Abwesenheit aller solchen fremden Thätigkeiten existieren soll, der verwendet ein sinnloses Wort. Der weiteren Folgerung, dass die erste Ursache, wenn man ihr Verstand zuschreiben will, beständig durch von ihr unabhängige objektive Thätigkeiten affiziert werden müsste, wird vielleicht entgegengehalten werden, dass diese erst durch den Schöpfungsakt zu solchen geworden und früher in der ersten Ursache einbeschlossen gewesen seien. Darauf antworte ich aber einfach: in diesem Falle würde der ersten Ursache vor jenem Schöpfungsakte jeder Anstoss dazu gefehlt haben, in sich derartige Veränderungen zu erzeugen, wie sie nach unserem Sprachgebrauch den Verstand ausmachen; sie müsste also gerade zu der Zeit verstandeslos gewesen sein, wo sie des Verstandes am allermeisten bedurfte. Es ist somit wohl klar genug, dass der vom höchsten Wesen ausgesagte Verstand in keiner Hinsicht dem entspricht, was wir unter diesem Worte verstehen. Es ist ein Verstand, dem alle seine Wesenseigenschaften genommen sind.

Diese und viele andere Schwierigkeiten, die z. T. schon oft besprochen, nie aber gelöst worden sind, müssen die Menschen über kurz oder lang dazu zwingen, die erste Ursache allmählich auch der höheren anthropomorphischen Züge ebenso zu entkleiden, wie sie es in betreff der niederen schon längst gethan haben. Jene Vorstellung, die von Anfang an in beständiger Erweiterung begriffen war, muss sich auch fernerhin

noch immer mehr erweitern, bis sie durch Verflüchtigung ihrer letzten Grenzen zu einem Bewusstsein wird, das weit über die Formen des bestimmten Denkens hinausgeht, obgleich es nie aufhören wird, ein Bewusstsein zu bleiben.

»Wie soll denn aber, wird man fragen, zuletzt ein solches Bewusstsein vom Unerkennbaren, dessen Wahrheit und Richtigkeit doch hier stillschweigend angenommen wird, erreicht werden können durch allmähliche Umgestaltung einer Vorstellung, die selber grundfalsch war? Der Geistertheorie des Wilden fehlt jeder thatsächliche Anhalt. Das körperliche Doppelwesen des Toten, an das er so fest glaubt, hat nie und unter keiner Form existiert. Und wenn durch allmähliche Entkörperlichung dieses Doppelwesens die Vorstellung von übernatürlichen Agentien im allgemeinen entstanden ist — wenn die Vorstellung von einer Gottheit durch Fortsetzung dieses Prozesses sich ausbildete, indem einzelne der menschlichen Attribute verloren gingen und andere gänzlich umgewandelt und verklärt wurden — muss nicht auch jene hochentwickelte und völlig geläuterte Vorstellung, welche sich ergeben wird, wenn der erwähnte Prozess bis zu seiner äussersten Grenze fortgeführt wird, gleichfalls ein Truggebilde sein? Wenn der ursprüngliche Glaube absolut falsch war, so muss sicherlich auch jeder davon abgeleitete Glaube ebenso absolut falsch sein.«

Dieser Einwand sieht sehr gefährlich aus, und er wäre es jedenfalls, wenn seine Prämisse richtig wäre. So unerwartet dies auch der Mehrzahl unserer Leser kommen mag, wir haben doch nichts anderes darauf zu antworten, als dass von Anfang an ein Körnchen Wahrheit in der primitiven Vorstellung enthalten war — der Wahrheit nämlich, dass die Macht, welche sich im Bewusstsein kundgibt, nur eine anders bedingte Form der Macht ist, welche sich ausserhalb des Bewusstseins kundgibt.

Jede willkürliche Handlung liefert dem primitiven Menschen den Beweis für eine Quelle von Kraft in seinem Ich. Nicht als ob er über seine inneren Erfahrungen nachdächte; aber in diesen Erfahrungen liegt auf alle Fälle dieser Begriff verborgen. Wenn er in seinen Gliedern und durch sie auch in anderen Dingen Bewegung erzeugt, so wird er sich des begleitenden Gefühls einer Anstrengung bewusst. Und dieses Gefühl von Anstrengung, welches als empfundenes Antecedens von durch ihn hervorgerufenen Veränderungen erscheint, wird zum vorgestellten Antecedens auch von solchen Veränderungen, die er nicht selbst bewirkt hat — es liefert ihm das Denkelement, vermittelst dessen er sich die Entstehung dieser objektiven Veränderungen vorstellen kann. Anfänglich zieht diese Idee, dass Muskelkraft das Antecedens aller ungewöhnlichen Ereignisse in seiner Umgebung sei, noch das ganze Heer der damit verknüpften Ideen nach sich. Er denkt sich die vermeintliche Anstrengung ausgeübt von einem Wesen, das ihm aufs Haar gleicht. Im Laufe der Zeit werden diese Doppelwesen der Toten, welche der Glaube als treibende Gewalten hinter jedem Ereignis mit Ausnahme nur der alltäglichsten Vorgänge erblickt, in der Vorstellung bedeutend umgestaltet. Nicht nur dass sie

eine weniger grobmaterielle Beschaffenheit erlangen: einige von ihnen entwickeln sich auch zu wichtigeren Persönlichkeiten und werden die Leiter und Verwalter ganzer Gruppen von Erscheinungen, welche, indem sie einen vergleichsweise regelmässigen Gang einhalten, den Glauben an solche Wesen veranlassen und begünstigen, die mächtiger als der Mensch und zugleich in ihrer Handlungsweise viel weniger schwankend sind. So kommt es denn, dass die Idee von Kraft, als Ausfluss solcher Wesen gedacht, sich immer weniger innig mit der Idee von einem menschlichen Geist verknüpft. Weitere Fortschritte lassen zahlreiche geringere übernatürliche Agentien in eine allgemeine Macht zusammenfliessen, machen die Umrisse der Persönlichkeit dieser letzteren immer unbestimmter, während sie dieselbe zugleich ins Unbegrenzte ausdehnen, und wirken auf diese Weise beständig dahin, den objektiven Kraftbegriff noch schärfer von der Kraft zu trennen, die als solche unmittelbar im Bewusstsein erkannt wird, bis diese Scheidung ihr Extrem im Geiste des Mannes der Wissenschaft erreicht, welcher zur Erklärung nicht allein der sichtbaren Veränderungen greifbarer Körper, sondern alles physischen Geschehens überhaupt bis hinauf zu den Schwingungen des ätherischen Mediums nur das Denkelement Kraft verwendet. Nichtsdestoweniger aber schwebt ihm, so oft er an diese Kraft denkt (sei es Kraft in jener statischen Form, vermöge deren die Materie Widerstand leistet, sei es in jener dynamischen Form, die wir als Energie oder lebendige Kraft unterscheiden), als Urbild stets jene innere Energie vor, deren er sich als Muskelanstrengung bewusst ist: sein Denken bewegt sich in der Sprache dieser inneren Erfahrung — er kann es nicht vermeiden, die objektive Kraft in Ausdrücken, die von subjektiver Kraft hergenommen sind, darzustellen, da ihm jedes andere Symbol mangelt.

Welche Bedeutung hat dies nun für uns? Jene innere Energie, welche nach den Erfahrungen des primitiven Menschen stets das unmittelbare Antecedens der von ihm bewirkten Veränderungen war — jene Energie, die er, wenn es sich um die Erklärung äusserer Vorgänge handelte, in seinem Denken stets mit denselben Attributen einer menschlichen Persönlichkeit in Zusammenhang brachte, mit denen sie in ihm selbst verbunden erschien, ist dieselbe Energie, welche, von allen menschlichen und menschenähnlichen Zuthaten befreit, nun als die Ursache sämtlicher äusseren Erscheinungen dargestellt wird. Das letzte Stadium, das wir erreicht haben, ist Anerkennung der Wahrheit, dass Kraft, wie sie ausserhalb des Bewusstseins existiert, nicht dem gleich sein kann, was wir als Kraft innerhalb desselben kennen, und dass trotzdem beide, da jede von ihnen die andere zu erzeugen im stande ist, nur verschiedene Äusserungen eines und desselben Prinzips sein können. Das Endergebnis jener vom primitiven Menschen schon begonnenen Spekulation ist also, dass die Macht, welche sich im ganzen als materielle Welt unterschiedenen Universum kundgibt, eins ist mit der Macht, die in der Form von Bewusstsein aus unserm eigenen Innern hervorquillt.

Es trifft daher keineswegs zu, dass die obige Darstellung darauf hinauslaufe, aus einem Glauben, der grundfalsch war, eine richtige Ansicht hervorentwickeln zu wollen. Vielmehr erweist sich die höchste und

letzte Form des religiösen Bewusstseins als abschliessendes Entwickelungsprodukt eines Bewusstseins, das von Anfang an einen allerdings durch mancherlei Irrtümer verdunkelten Keim von Wahrheit enthielt.

Wer der Meinung ist, dass die Wissenschaft religiöse Überzeugungen und Gefühle untergrabe oder zerstöre, der scheint ganz übersehen zu haben, dass der Charakter des Geheimnisvollen in demselben Masse, als er der alten Erklärung genommen wird, sich auf die neue überträgt. Ja man könnte sogar eher behaupten, dass er bei dieser Übertragung noch verstärkt werde, denn an Stelle einer Erklärung, die scheinbar sehr wohl begreiflich ist, setzt die Wissenschaft eine andere, die uns nur ein bischen tiefer auf den Grund der Dinge führt, um uns hier vor dem ausgesprochen Unerklärbaren stehen zu lassen.

Der Fortschritt der Wissenschaften ist in gewissem Sinne eine unaufhörliche Verwandlung der Natur. Wo die gewöhnliche Wahrnehmung nur die reinste Einfachheit erblickte, da offenbaren sie uns die grösste Verwickeltheit; wo absolute Ruhe zu herrschen schien, da enthüllen sie intensives Leben, und wo für das ungeschulte Auge der leere Raum ausgebreitet war, da finden sie ein wunderbares Spiel von Kräften. Jede Generation der Physiker entdeckt in der sogenannten »rohen Materie« neue Kräfte, die nur wenige Jahre früher der kenntnisreichste Forscher für unglaublich erklärt haben würde, wie z. B. das Vermögen einer einfachen Eisenplatte, die durch artikuliertes Sprechen erzeugten verwickelten Luftschwingungen aufzunehmen, um sie in eine Unzahl der verschiedenartigsten elektrischen Wellen zu verwandeln, die tausend Meilen weiter durch eine andere Eisenplatte zurückübersetzt und abermals als artikulierte Laute hörbar gemacht werden. Wenn der Erforscher der Natur sieht, wie die ihn umgebenden festen Körper, so tot sie auch erscheinen, sich doch gegen unendlich schwache Kräfte empfindlich zeigen — wenn das Spektroskop ihm beweist, dass gewisse Moleküle auf der Erde harmonisch schwingen mit solchen auf fernen Gestirnen — wenn sich ihm die Überzeugung aufdrängt, dass jeder Punkt im Raume von unzähligen Schwingungen erfüllt ist, die ihn jeden Augenblick nach allen Richtungen durcheilen — dann neigt er gewiss viel weniger zu der Vorstellung von einem Universum, das nur aus toter Materie besteht, als zu der Vorstellung von einem Universum, das allüberall belebt ist — nicht zwar belebt in dem gewöhnlichen beschränkten, wohl aber belebt in einem allgemeineren Sinne.

Diese Verwandlung der Natur, welche die Untersuchungen der Physiker in stets zunehmendem Masse fördern, wird unterstützt durch jene andere Verwandlung, welche das Ergebnis metaphysischer Untersuchungen ist. Die subjektive Analyse nötigt uns zu dem Geständnis, dass alle unsere wissenschaftlichen Erklärungen der Erscheinungen, welche die Objekte darbieten, gleichsam immer nur in der Sprache unserer mannigfach kombinierten Empfindungen und Ideen wiedergegeben sind, d. h. dass zum Ausdruck derselben lauter unserm eigenen Bewusstsein angehörende Elemente dienen, die blosse Symbole des jenseits des Bewusst-

seins liegenden Etwas sind. Wenn auch unsere ursprünglichen Anschauungen im weiteren durch die Analyse wieder in ihre Rechte eingesetzt werden, insofern nämlich, als dieselbe zeigt, dass hinter jeder Gruppe von Erscheinungskundgebungen stets ein »Nexus«, ein kausaler Zusammenhang existiert, jene Realität, die inmitten des Wechsels der Erscheinungen unverändert bleibt, so erkennen wir doch zugleich, dass dieser Nexus der Realität unserem Bewusstsein auf ewig unzugänglich sein wird. Erinnern wir uns ferner nochmals, dass die Thätigkeiten oder Vorgänge, welche das Bewusstsein ausmachen, da sie streng in ihre Grenzen gebannt sind, unmöglich die jenseits dieser Grenzen liegenden Vorgänge in oder zwischen sich aufzunehmen im stande sind, dass letztere aus diesem Grunde unbewusst erscheinen, obgleich der Umstand, dass die einen durch die anderen hervorgerufen werden können, darauf hinweist, ihnen dieselbe wesentliche Natur zuzuschreiben — so verleiht diese Notwendigkeit, in der wir uns befinden, unsere auf die äussere Energie bezüglichen Gedanken in Ausdrücke der inneren Energie zu kleiden, dem Universum wahrlich eher ein spiritualistisches als ein materialistisches Aussehen; bei weiterem Nachdenken jedoch überzeugen wir uns endlich, dass eine in Erscheinungskundgebungen dieser höchsten Energie ausgedrückte Vorstellung in keiner Weise uns über deren wahres Wesen aufklären kann.

Wenn also die Ansichten, zu denen die wissenschaftliche Analyse führt, jedenfalls nicht geeignet erscheinen, den eigentlichen Gegenstand der Religion zu vernichten, sondern denselben einfach umgestalten und läutern, so strebt die Wissenschaft in ihren konkreten Formen stets das Wirkungsgebiet für das religiöse Gefühl zu erweitern. Von jeher ist der Fortschritt des Wissens verbunden gewesen mit einer Zunahme des Fassungsvermögens für das Wunderbare. Unter den heutigen Wilden sind es gerade die am tiefsten stehenden, welche die geringste Überraschung verraten, wenn man ihnen merkwürdige Kunsterzeugnisse der Zivilisation zeigt; allgemein ist das Staunen der Reisenden über ihre Gleichgültigkeit. Und so wenig werden sie des Wunderbaren in den grossartigsten Naturerscheinungen gewahr, dass sie jede Frage hierüber für kindische Spielerei halten. — Dieser Gegensatz in der geistigen Verfassung zwischen den niedrigsten menschlichen Wesen und den uns umgebenden höherstehenden wiederholt sich einigermassen bei diesen letzteren selbst in Gestalt verschiedener Abstufungen. Weder der Bauer noch der Handwerker noch der Kaufmann pflegt im Ausbrüten eines Hühnchens mehr als etwas ganz Selbstverständliches zu erblicken; der Biologe aber gerät in das höchste Erstaunen, wenn er mit seiner Untersuchung der Lebenserscheinungen soweit als irgend möglich vorgedrungen ist und nun an einem Klümpchen Protoplasma unter dem Mikroskop Leben in seiner einfachsten Form vor sich sieht: er erkennt, dass, wie immer er die Vorgänge desselben formulieren mag, das eigentliche Spiel der Kräfte für ihn ein unvorstellbares Geheimnis bleibt. Eine Alpenschlucht wird in einem gewöhnlichen Touristen oder in dem Gemsjäger, der über ihm auf den Bergen herumklettert, kaum andere Ideen hervorrufen, als die sich auf die Jagd oder die Schönheit der Landschaft beziehen. In dem Geologen aber, der beobachtet, dass der durch Gletschereis geglättete

Fels, auf dem er sitzt, seit jener weit hinter den Anfängen der menschlichen Zivilisation zurückliegenden Zeit durch Verwitterung kaum einen halben Zoll von seiner Oberfläche verloren hat, und nun den langsamen Verlauf der Auswaschung, welche das ganze Thal ausgehöhlt hat, sich vorzustellen sucht, steigen Gedanken über Zeiten und Kräfte auf, die jenen völlig fremd sind — Gedanken freilich, deren gänzliche Unzulänglichkeit ihrem Gegenstande gegenüber er bereits sehr lebhaft empfindet, die ihm jedoch erst recht als vergebliches Beginnen erscheinen, wenn sein Blick auf die gewundenen Gneisschichten zu seinen Füssen fällt, welche ihm von einer unmessbar ferner liegenden Vergangenheit erzählen, wo sie noch in halb flüssigem Zustande weit unter der Erdoberfläche begraben lagen, und welche auf eine noch unendlich viel frühere Zeit zurückweisen, wo ihre Bestandteile in Form von Sand und Schlamm an den Ufern eines Urmeeres abgelagert waren. Ebensowenig sind es etwa jene alten Völker, welche glaubten, dass der Himmel auf den Bergspitzen aufruhe, noch auch die modernen Erben ihrer Kosmogonie, welche es wiederholen, dass »die Himmel verkündigen die Ehre Gottes«, bei denen wir die grossartigsten Vorstellungen vom Weltganzen oder die höchste Stufe einer durch dessen Betrachtung erzeugten wahren Bewunderung antreffen. Diese haben wir vielmehr bei dem Astronomen zu suchen, welcher in der Sonne eine Masse von solcher Grösse erkennt, dass unsere ganze Erde selbst in einen ihrer Flecken versenkt werden könnte, ohne auch nur seine Ränder zu berühren, und welchem jede Verbesserung des Teleskops eine neue Menge solcher Sonnen zum Teil von noch viel bedeutenderem Umfang enthüllt.

Auch in Zukunft wie bisher werden höhere Begabung und tiefere Einsicht dieses Gefühl eher verstärken als abschwächen. Gegenwärtig besitzt auch der umfassendste und gelehrteste Geist weder die Kenntnis noch die Fähigkeit, die nötig wären, um die Gesamtheit der Dinge in Gedanken wiederzugeben. Mit der einen oder andern Seite der Natur vollauf beschäftigt, weiss der Mann der Wissenschaft gewöhnlich lange nicht genug von ihren übrigen Gebieten, um sich auch nur eine rohe Vorstellung von dem Umfang und der Verwickeltheit aller ihrer Erscheinungen machen zu können; und selbst wenn wir annehmen dürften, jemand habe genügende Kenntnisse von allen Gebieten, so wäre er doch deshalb noch nicht im stande, sie als ein Ganzes zu denken. In späterer Zeit mag er vielleicht, mit einem erweiterten und gekräftigten Verstande ausgerüstet, fähig werden, sich ein unbestimmtes Bewusstsein von ihrer Gesamtheit zu bilden. Wir können uns dies ungefähr so denken: gleichwie ein musikalisch ungebildeter Mensch, der höchstens eine einfache Melodie zu geniessen versteht, unmöglich die mannigfaltig verschlungenen Perioden und Harmonien einer Symphonie erfassen kann, während dieselben doch im Geiste des Komponisten wie des Dirigenten sich zu verwickelten musikalischen Effekten verbunden haben, die ein weit grossartigeres Gefühl wachrufen, als es für den Unmusikalischen jemals erreichbar wäre — so mag in Zukunft ein höher entwickelter Verstand den Lauf der Dinge, den wir jetzt nur stückweise übersehen, in seinem vollen Umfang zu erfassen im stande sein, und das ein solches Denken begleitende Gefühl

wird ebenso hoch über dem des heutigen gebildeten Menschen stehen, wie dieses über das Fühlen des Wilden sich erhebt.

Und dieses Gefühl wird kaum vermindert, sondern vielmehr gesteigert werden durch die erkenntnistheoretische Untersuchung, welche ihn zwar zum Agnostizismus nötigt, gleichwohl aber ihn fortwährend dazu drängt, wenigstens mit Hilfe der Einbildungskraft irgend eine Lösung des grossen Welträtsels zu versuchen, das doch, wie er weiss, nie gelöst werden kann. Dies muss ihm besonders lebhaft zum Bewusstsein kommen, wenn er sich erinnert, dass gerade die Begriffe von Anfang und Ende, Ursache und Zweck bloss relative, dem menschlichen Denken eigentümliche Begriffe sind, welche höchstwahrscheinlich für die alles menschliche Denken übersteigende höchste Realität gar keine Bedeutung haben, und wenn er anderseits, obschon nahezu überzeugt, dass »Erklärung« ein Wort ist, das keinen Sinn mehr hat, sobald es auf diese höchste Realität angewendet wird, dennoch den inneren Zwang empfindet, zu denken, es müsse irgend eine Erklärung zu finden sein.

Inmitten dieser Geheimnisse aber, die um so geheimnisvoller werden, je mehr man über sie nachdenkt, bleibt ihm stets die eine unbedingte Gewissheit, dass er sich in jedem Augenblicke einer unendlichen und ewigen Energie gegenüber befindet, der alles Dasein entströmt.

Biologische Mitteilungen.

Von

Dr. **F. Ludwig** (Greiz).

I. Zur Anpassung des Philodendron bipinnatifidum Schott.

Im 11. Bde. dieser Zeitschrift p. 347—351 habe ich die Vermutung ausgesprochen, dass *Philodendron bipinnatifidum* Schott eine im höchsten Grade der Schneckenbefruchtung angepasste Blüteneinrichtung habe. Herr Prof. Eugen Warming in Stockholm hat nun in einer besondern Abhandlung »Tropische Fragmente I. Die Bestäubung von *Philodendron bipinnatifidum* Schott« (Englers bot. Jahrb. IV. Bd. 3. Heft 1883, p. 328 bis 340) meine Ansicht zu widerlegen gesucht auf Grund seiner um Lagoa Santa in Brasilien gemachten Beobachtungen[1]. Ich hatte nur durch Vergleichung des sehr ausgeprägten, auf eine hohe Entwickelungsstufe hindeutenden Blütenmechanismus mit dem der von Delpino als malakophil bezeichneten Pflanzen die Überzeugung gewonnen, dass man es hier mit einem Schneckenblütler zu thun habe, und zwar schienen mir die von Delpino den Malakophilen beigelegten Eigenschaften bei dem genannten *Philodendron* in potenzierter Form vorhanden zu sein. Wenn die von Herm. Müller u. a. begründete Blumenlehre richtig ist, so konnten nach meiner Auffassung unter den jetzt lebenden Tieren keine anderen als die Schnecken zur Erklärung jener Blüteneinrichtung herangezogen werden. Prof. Warming hat das Verdienst, zuerst den thatsächlichen Besuch der Pflanze durch Tiere konstatiert zu haben, und zwar hat er gegen meine Erwartung nur Insekten, nämlich schwarze Bienen, rötliche Kakerlaken und kleine Maikäfer gefunden. Der ausführlichen Beschreibung nach haben wir es höchst wahrscheinlich beide mit derselben Varietät von *Ph. bipinnatifidum*, nämlich mit der var. *Lundii* Engler zu thun gehabt, und es würde mich die interessante Beobachtung Prof. Warmings sicher veranlassen, meine Auffassung der Blüteneinrichtung fallen zu lassen, wenn ich mir dieselbe nicht so genau angesehen hätte, dass ich eine Anpassung an Insekten für unmöglich halten müsste. Aus Prof. Warmings Beobachtungen, denen zufolge die Pflanze um Lagoa Santa, wie nach Fritz Müllers Mitteilungen auch andere Philodendren in Brasilien in den Wipfeln hoher

[1] Vergl. auch das Referat über Warmings und Englers bezügliche Arbeiten in Kosmos XIII, S. 676. A. d. R.

Waldbäume, aus denen sie oft 50 und mehr Fuss lange Luftwurzeln zu Boden senden, nicht gesellig, sondern sehr zerstreut wächst, geht allerdings hervor, dass die Schnecken den Pollentransport bei dem von ihm beobachteten Standort nicht vollziehen können (wenn er auch die Häufigkeit der Schnecken in Brasilien unterschätzt [1]). Eine Wechselbestäubung kann aber eben des zerstreuten Vorkommens halber durch Insekten ebensowenig vollzogen werden, es scheint sogar, dass das von Prof. Warming beobachtete *Philodendron* durch Selbstbestäubung befruchtet werden könnte.

Nun ist es mir völlig undenkbar einmal, dass sich eine so vollkommene Blüteneinrichtung ausgebildet haben könnte, damit sie nur einseitig in der beschriebenen Weise durch Insekten ausgenutzt würde oder gar der Selbstbestäubung diente, sodann dass unter Verhältnissen, wie sie gegenwärtig in Brasilien thatsächlich bestehen, wo das Vorkommen der Pflanze ein sehr zerstreutes ist, überhaupt nach den unter den heutigen Biologen herrschenden Anschauungen von der Entstehung der Blumen jene Blumenform, wie ich sie beobachtet und beschrieben habe, entstanden sein kann. Es drängt sich mir hiernach die Vorstellung auf, dass die heutige brasilianische Pflanze sich überhaupt unter wesentlich veränderten Lebensbedingungen befindet und sich diesen bereits bezüglich der Fortpflanzungsverhältnisse mehr oder weniger angepasst hat. H. Müller u. a. haben ja zahlreiche Fälle aufgeführt, in denen bei Mangel der ursprünglich den Pollentransport vermittelnden Tiere die Pflanzen mit bereits ausgeprägten Anpassungen an die bisherigen Bestäuber partielle Anpassungen an ihre neuen Freunde oder als Notbehelf selbst Rückbildungen bis zur regelmässigen Selbstbefruchtung erlitten haben. — Sei es, dass die von mir im Gewächshaus beobachtete Pflanze Anpassungen an die Kakerlaken etc. noch nicht erhalten hatte, als sie in Kultur genommen wurde, oder dass sie durch Rückschlag ihr altes Gepräge noch einmal erhielt, immerhin scheint sie nicht unwesentliche Abweichungen von der Warmingschen zu zeigen: bei ihr liegt im nämlichen Stadium die Spatha so dicht an den Staminodien an, dass Wasser nicht eindringen kann, geschweige durch Tiere etc. Blütenstaub in den weiblichen Kessel gelangen könnte, und vor allem setzt sie durch eigenen Blütenstaub bestäubt keine Frucht an, scheint völlig selbststeril zu sein, während, wie ich l. c. mitteilte, Verwandte auch im Gewächshaus regelmässig autokarp sind und auch die Warmingsche Form durch eigenen Blütenstaub befruchtet zu werden scheint. Auch dieses dürfte darauf hindeuten, dass der von mir beobachtete, eine Anpassung zur Malakophilie, auch noch meiner jetzigen Meinung nach, vorstellende Blütenmechanismus der entwickeltere und ursprünglichere, der von Prof. Warming beobachtete aber eine unter der Fremdbestäubung ungünstigen Verhältnissen entstandene Abänderung derselben darstellt [2].

[1] Nach einer brieflichen Mitteilung Fritz Müllers gibt es z. B. verschiedene Arten von *Helix, Bulimus, Clausilia*, und verschiedene z. T. sehr grosse Nacktschnecken *(Vaginulus)*, und kleinere *Helix* und Nacktschnecken werden sogar zu Zeiten in Gemüsegärten recht lästig. — [2] Auf die persönlichen Angriffe Warmings hier näher einzugehen, verbietet mir der bei deutschen Botanikern übliche gute Ton.

2. Apocynum hypericifolium.

Die eigentümliche Blüteneinrichtung und Insektenfalle von *Apocynum hypericifolium*, welche mit der im »Kosmos« VIII, p. 182 ff. besprochenen bei *Ap. androsaemifolium* grosse Ähnlichkeit hat, habe ich im Botan. Centrbl. VIII, Nr. 45 (zur Biologie der Apocyneen) beschrieben. Es ist bei dieser Art die Blumenkrone viel kleiner und unscheinbarer als bei *Ap. androsaemifolium*, der gewöhnlichen Fliegenfalle. Und während die letztere in den grossglockigen Blumen ein besonderes aus roten Strichen bestehendes Saftmal besitzt, hat sie eine schmutzig gelblichweisse Blüte ohne Saftmal und von widerlicherem Geruch. Eben dadurch sind aber gewisse Bestäuber der gewönlichen Fliegenfalle hier ausgeschlossen, ist der Besucherkreis ein engerer. Diese ausgewähltere Fliegengesellschaft stattet aber der Pflanze einen zum mindesten ebenso reichen Besuch ab, als er dem *Ap. androsaemifolium* zu teil wird, wie meine durch 3 Jahre fortgesetzte Beobachtung ergibt, und es werden die Blüten von ebenso zahlreichen, wenig blumenkundigen, thörichten, unberufenen Gästen aufgesucht. So wurden z. B. am 7. Juli 1883 von früh bis Nachmittag 3 Uhr nicht weniger als 88 kleinere Syrphiden und Musciden (darunter besonders häufig *Empis aestiva*) in 56 Blüten gefangen und getötet (in einzelnen Blüten bis 5 kleine Fliegen). Bei der Kleinheit der Blüte und der Zartheit ihrer Teile würden die Blüten (eventuell auch die befruchteten) durch die Menge verwesender Fliegenkadaver offenbar zu Grunde gehen, wenn sie nicht eine weitere Eigentümlichkeit besässen, die wir fast als Schutzvorkehrung deuten möchten, dass sich die Blüten nämlich schliessen. Ich habe in vielen Fällen beobachtet, dass Fliegen, besonders grössere, bei dem festen Zusammenschluss der Blütenzipfel aus der Blüte herausgequetscht und entfernt wurden, und dies veranlasste mich im letzten Jahre, der Ursache des Schliessens nachzuspüren. Meine Beobachtungen wurden durch ungünstige Witterung so oft unterbrochen, dass ich ein völlig abgeschlossenes Resultat noch nicht erhielt. Einiges scheint mir aber aus diesen Beobachtungen sicher hervorzugehen: dass das Schliessen zwar zuletzt nach 1 bis 2 Tagen auch ohne Zuthun der Insekten erfolgen kann (von 27 unter einem Netz befindlichen frischen[1] Blüten vom 8. VII. 83 fingen einzelne erst am 10. VII. mittags an, sich zu schliessen, andere schienen offen zu welken), dass es aber gewöhnlich und oft unmittelbar nach dem ersten Aufblühen die Folge eines durch die gefangenen Fliegen verursachten Reizes ist. Einzelne Blüten scheinen trotz der gefangenen Insekten offen zu bleiben, andere sich nach Entledigung der Fliegen wieder zu öffnen, (so hatte sich u. a. eine am 8. VII. gekennzeichnete frisch geöffnete Blüte nach Fang dreier Fliegen geschlossen, am 9. VII. waren die vorher getöteten Fliegen entfernt und die Blüte öffnete sich wieder), noch andere nach einmaligem Schliessen infolge Fliegenfanges für immer geschlossen zu bleiben. Unabhängig ist das Schliessen der Blüten von Witterung und Tageszeit, wie unter dem Netz gehaltene Blüten bewiesen. Ob etwa auch die nur von berufenen Bestäubern besuchten Blüten nach erfolgter Befruchtung sich schliessen, konnte ich nicht beobachten, da meine zahl-

[1] Die älteren wurden sämtlich entfernt.

reichen von einem Wurzelstock abstammenden Pflanzen trotz des guten Insektenbesuchs nicht eine einzige Frucht ansetzten. Es dürfte hiernach auch *Apocynum hypericifolium* selbststeril sein, wie es *Ap. androsaemifolium* ist.

Abgesehen von der Reizbarkeit der Blüte, deren Bedeutung erst durch weitere Beobachtung festzustellen ist, fiel mir eine eigentümliche Abhängigkeit unserer Pflanze von anderen Blütenpflanzen auf. Während im Jahre 1881 (und auch 1883) zahlreiche Fliegen gefangen wurden, fand ich zu meinem Erstaunen 1882 in den ersten 2 bis 3 Wochen der Blütezeit keine einzige Fliege in den Blütenfallen. Dagegen wurden einige üppigblühende Stöcke von *Ruta graveolens* auf demselben Beet sehr eifrig von Fliegen besucht. Am 15. Juli wurden die Blütenstengel von *Ruta* (andere Pflanzen blühten nicht auf dem Beet) sämtlich abgeschnitten und entfernt. Hierauf wurden in den folgenden Tagen die *Apocynum*-Blüten von Fliegen besucht und z. B. an einem Stocke in den auf einander folgenden Tagen 8, 7, 7, 5 etc. Fliegen gefangen. Die übrigen Verhältnisse waren vor und nach der Beseitigung von *Ruta* so gleichartig, dass es keinem Zweifel unterlag, dass *Ruta graveolens* ein Dysparaphyt von *Apocynum hypericifolium* ist. Zwischen beiden Pflanzen besteht eine ähnliche Konkurrenz in bezug auf die bestäubenden Insekten, wie sie Herm. Müller für *Geum rivale* (Kosmos 1881, IX, p. 432) und *Pulmonaria officinalis* (in »Befruchtung d. Bl.«) einer- und für *Primula elatior* anderseits erwähnt hat (*Primula* wird begierig von Hummeln besucht; sobald aber *Geum rivale* in der Nähe steht, gehen die Hummeln nur an diese Pflanze, und die Wiesenhummel, *Bombus pratorum*, lässt die Primeln ebenso unbeachtet, wenn das Lungenkraut daneben steht) oder wie sie von Dodel-Port zwischen der Feuerbohne und einer Anzahl anderer Pflanzen (*Cerinthe major*, *Calendula officinalis*, *Centaurea Cyanus*, *Bidens Leucanthemum*, *Cichorium pumilum* etc.) beobachtet wurde in bezug auf die zur Bestäubung der Bohnenblüten nötigen Hummeln. So lange die erwähnten Pflanzen im botanischen Garten in Zürich blühten, setzten die Bohnen daselbst keine Früchte an, während in anderen Gärten, und nach dem Verblühen jener Pflanzen auch im botanischen Garten, reichliche Bohnen gezogen wurden.

3. Campanula medium.

Nach Delpino wird diese Pflanze von Cetonien bestäubt, während H. Müller als vorwiegende Besucher der *Campanula*-Arten die Bienen bezeichnet. Die Staubgefässe dieser Pflanze bilden wie die aller Glockenblumen einen Hohlcylinder, der zuerst der Griffelbürste angedrückt ist und an diese den Blütenstaub abgibt, ehe sich die Narbenäste entfalten. Beim Aufblühen der weiten Blumenglocken sind dann meist die Staubgefässe schon verschrumpft auf den Blütenboden zurückgesunken und es gehören eben jene grösseren Insekten dazu, um beim Besuch der Nektarien den Blütenstaub da abzustreifen, wo sie in älteren Blüten die empfängnisfähige Narbe antreffen. Kleinere Insekten, die an dem Griffel selbst hin und her kriechen, können auch im zweiten Stadium eine Selbstbestäubung vollziehen. Ein Schutzmittel gegen diese ungebetenen

Gäste besitzt die Pflanze an den ausserordentlich klebrigen Narbenästen. Bei einer weissblühenden *Campanula medium* in meinem Garten wurde so viel Klebstoff abgesondert, dass der ganze Griffel für kleinere Insekten zur förmlichen Leimrute wurde und kaum ein einziges ungestraft aus der Blüte herausliess. Besonders eine winzige Fliege, die mir von Herrn Kowarz in Franzensbad als *Empis aestiva* Lév. bestimmt wurde, — die auch dem *Apocynum* mit zum Opfer fiel — wurde in Unmenge gefangen. Von den untersuchten Blüten enthielten z. B. am 28. VI. 83 12 Blüten 29 Exemplare, am 1. VII. 15 Blüten 34, am 4. VII. 17 Blüten 23 Exemplare der genannten Art.

Wissenschaftliche Rundschau.

Anatomie.

Zur Histologie der Nervenzentren.

(Fortsetzung.)

Golgi dehnte seine Untersuchungen auch auf die Histologie der Windungen des Kleinhirns aus. An einem vertikalen Schnitt lassen sich schon von blossem Auge durch die Verschiedenheit der Färbung drei Schichten beobachten, eine äussere grau-rötliche, eine mittlere stärker rote und eine innere weisse und blassrote. Dieselben drei Schichten sind auch von histologischem Standpunkte aus aufrecht zu halten. Die äussere nennt Golgi die Molekularschicht, die mittlere die granulierte, die innere die Faserschicht.

Viererlei histologische Elemente sind in der Molekularschicht zu erkennen. In erster Linie fallen bei der mikroskopischen Untersuchung grosse Nervenzellen, die Purkinjeschen Zellen auf. Sie sind rundlich oder nierenförmig und mit Fortsätzen versehen. Die Behandlung derselben mit einer Mischung von Kaliumbichromat und Silbernitrat beweist die nervöse Natur eines der Fortsätze; die übrigen sind protoplasmatisch. Der erstere verläuft nach der granulierten Schicht, die letzteren oft der Oberfläche fast parallel in der Molekularschicht selbst. Diese geben zahlreiche Zweige ab, die sich ihrerseits wieder verzweigen u. s. f. Die so entstehenden ausserordentlich feinen Verzweigungen setzen sich, ähnlich wie wir es früher schon sahen, mit dem Gewebe der Gefässwände in Verbindung oder auch mit den Bindegewebezellen der Randschicht.

Zeigen diese Protoplasmafäden im allgemeinen die Tendenz, nach der Oberfläche sich zu wenden, so liess sich auch noch ein Verzweigungssystem dieser protoplasmatischen Fortsätze konstatieren, das sich sehr unregelmässig verzweigt und nach allen Richtungen hin den noch freien

Raum ausfüllt. Ebensowenig wie in früheren Fällen liess die obengenannte Reaktion auf die Nervenelemente einen Zusammenhang solcher mit diesen Protoplasmafäden erkennen.

Die Nervenverlängerung zeigte, wie bereits angedeutet wurde, einen andern Verlauf. Golgi beobachtete, wie sie die Molekularschicht bald in gerader, bald in vielfach gewundener Linie durchzieht. Auch von den Nervenfortsätzen gehen Seitenzweige ab, die sich selbst wieder verzweigen. Besonders reichlich sind die Zweige während des Verlaufs durch die erste Hälfte der granulierten Schicht. Zahlreiche dieser Fasern biegen gegen die Oberfläche der Windungen zurück, dringen wieder in die Molekularschicht, aus der sie kamen, ein, um sich dort mit dem komplizierten Nervennetz zu vermischen.

Kleine Zellen bilden das zweite histologische Element der Molekularschicht. Die angewandten Reaktionen lassen in ihnen ebenfalls Nervenzellen erkennen. Was ihre Zahl betrifft, so sind sie, auf den gleichen Raum verteilt, hier nur wenig spärlicher vorhanden als an der Grosshirnrinde. Sie sind in ihrem Vorkommen nicht etwa auf einen bestimmten Teil der Molekularschicht beschränkt, so dass also nicht nach dem Vorkommen und der Verteilung der histologischen Elemente die Molekularschicht wieder in besondere Zonen zu teilen wäre. Sie sind vielmehr durch deren ganze Dicke verbreitet, finden sich im Grunde der Schicht, wo die Purkinjeschen Zellen der Hauptsache nach liegen, ebensowohl wie gegen die Oberfläche zu, wo sie an die Bindegewebezellen grenzen. Ihr Durchmesser ist etwa 6—12 μ. Sind sie auch meistens rundlich oder oval, so ist doch ihre Form keine durchaus bestimmte. Denn bisweilen sind sie auch kegelförmig oder spindelförmig. Sie haben 4—6 Verlängerungen, in selteneren Fällen auch mehr. Diese Fortsätze zeigen eine dichotomische Verzweigung. Ihrer Natur nach sind alle mit Ausnahme von einem protoplasmatisch. Nehmen sie in tiefer gelegenen Zellen ihren Ursprung, so richten sie sich gegen die Oberfläche und gelangen bisweilen bis in die obersten Teile. Die aus oberflächlich gelegenen Zellen entspringenden zeigen dagegen einen gerade umgekehrten Verlauf und gelangen so aus der Molekularschicht in die granulierte.

Was den Ursprung der Nervenverlängerung betrifft, so lässt sich dafür keine bestimmte Regel aufstellen. Bald sehen wir sie an der Seite des Zellkörpers abgehen, bald am unteren, bald am oberen Ende. 6—10 μ nach ihrem Ursprung aus der Nervenzelle geben diese Fortsätze ausserordentlich feine Fäden ab, welche sich wieder teilen. So verliert also die Nervenverlängerung bald ihre Individualität und vermischt sich mit dem diffusen Nervenfasernetz. Doch steigt auch in einzelnen Fällen die Faser bis zu den Purkinjeschen Zellen abwärts, um sich henkelartig umzubiegen, und auf dem ganzen Verlauf gibt sie seitliche Fasern ab. Wieder in anderen Fällen bilden sie bizarre Krümmungen. Oft, namentlich in den tieferen Lagen der Schicht, treten sie in horizontaler Richtung aus der Zelle aus und behalten diese Richtung lange während ihres Verlaufes bei. Zahlreiche aufsteigende Fibrillen, die aus der granulierten Schicht hervorgehen, vereinigen sich in diesen Fällen mit ihnen. Bisweilen endlich zerfallen sie fast unmittelbar nach ihrem Ursprung in 4,

5 oder 6 Fasern, die sich wieder verzweigen und nach der granulierten Schicht absteigend sich verlieren.

Die Bindegewebesubstanz, teils Zellen, teils Fasern, bildet das dritte histologische Element der Molekularschicht. Die Fasern namentlich sind in reichlicher Menge vorhanden. Sie gehen z. T. aus einem Zellnetz hervor, welches die freie Oberfläche der Windungen bedeckt, und senden in das Innere der granulierten Schicht zahlreiche Fibrillen. Ein anderer Teil entspringt aus Bindegewebezellen, die in der oberflächlichen Zone der granulierten Schicht, z. T. auch etwas tiefer liegen.

Zahlreich sind die Nervenfasern, das vierte Element dieser Schicht. Auch sie sind in ihrem Vorkommen durchaus nicht auf eine bestimmte Stelle begrenzt. Sie finden sich in der Tiefe und oberflächlich zahlreich. Auf ihr spezielleres Verhalten haben wir später einzutreten.

Die mittlere Schicht nennt Golgi, wie wir bereits sagten, die granulierte. Dieser schon von anderen Histologen gebrauchte Name stützt sich auf die Voraussetzung, dass Bindegewebezellen, die Granula, das für diese Schicht charakteristische Element seien. Erweisen nun auch Golgis Untersuchungen diese Voraussetzung vieler Histologen als nicht zutreffend, so liegt doch, da ja diese mittlere Schicht ein körniges Aussehen hat, kein Grund zur Änderung des Namens vor. Die histologischen Elemente sind denen der Molekularschicht analog: wir finden kleine Nervenzellen, die Granula, grosse Nervenzellen, Bindegewebesubstanz und Nervenfasern.

Behandelt man einen Schnitt mit der Mischung von Kaliumbichromat und Silbernitrat, so färben sich die Granula, die bisher der Bindegewebesubstanz zugezählt wurden, schwarz, zeigen also die für Nervenelemente charakteristische Reaktion. Es sind demnach »wahre Nervenzellen«, aber die »kleinsten, welche sich in unserem Organismus finden«. Sie sind gewöhnlich rundlich und haben 3—6 Fortsätze. Auch hier ist einer nervöser Art. Derselbe ist durch seine ausserordentliche Feinheit ausgezeichnet. Eine genaue Verfolgung seines Verlaufs wird dadurch sehr erschwert. Immerhin ist für einzelne Fälle nachgewiesen, dass auch von ihm seitliche Fortsätze abgehen und dass er die Schicht vollkommen durchdringt, um sich mit Nervenfasern zu vereinigen. Die von den Granula abgehenden protoplasmatischen Fortsätze teilen sich dichotomisch. Bald jedoch lösen sich die einzelnen Fasern in einen Haufen feiner Körnchen auf.

Die grossen Nervenzellen treten in zwei Formen auf. Sie sind spindelförmig oder rundlich bis polygonal. Die ersteren trifft man fast ausschliesslich im Kleinhirn des Menschen an. In ihrem Vorkommen sind sie hier jedoch nicht an einen bestimmten Ort dieser Schicht gebunden. Ihr Durchmesser beträgt 20 μ. Die von der Zelle abgehende Nervenverlängerung löst sich in feine Fäden auf und verliert sich in dem sehr komplizierten Netze, das die Nervenfasern bilden.

Die rundlichen Zellen sind vornehmlich an der peripheren Zone der Schicht zu beobachten und lassen sich selbst bis in die Höhe der Purkinjeschen Zellen verfolgen. Die zahlreichen protoplasmatischen

Fortsätze sind gegen die freie Oberfläche gerichtet und dringen oft in die Molekularschicht ein, durchdringen diese bisweilen vollkommen. Nicht unmittelbar nach dem Abgang von der Zelle lassen sich an der Nervenverlängerung Verzweigungen beobachten, sondern diese treten erst etwa 20—30 μ nach dem Ursprung auf. Das Verzweigungssystem ist hier komplizierter als an anderen Stellen. Es liess sich bisweilen beobachten, wie aus ihm ein Netz hervorging, welches in vertikaler Richtung die Schicht in ihrer ganzen Dicke durchdrang und in horizontaler die bedeutende Ausdehnung von 200 μ gewann.

Die Bindegewebezellen treten hier in grösserer Zahl auf als in der Molekularschicht. Sie sind sternförmig und ihre Fortsätze gehen nach allen Richtungen, verzweigen sich vielfach und bilden so das Stützgewebe der Nervenelemente. Sie treten mit den Blutgefässen in innigere Verbindung.

Von dem vierten Element können wir absehen, da dasselbe bei der näheren Darlegung der dritten Schicht wieder berührt werden muss.

Die innere Schicht, welche auf dem Vertikalschnitt durch weisse oder blassrote Farbe ausgezeichnet ist, wird in der Hauptsache von Nervenfasern gebildet und nach diesen benannt. Neben diesen findet man, jedoch nur in ganz untergeordnetem Grade, Nervenzellen und Bindegewebefasern. Die Nervenfasern sind zum grössten Teil durch den hohen Grad ihrer Feinheit ausgezeichnet und stimmen in ihrem histologischen Charakter mit markhaltigen Nervenfasern überein.

Ohne Anwendung stärkerer Vergrösserungen lässt sich in betreff des Verlaufs und der Beziehung zu den beiden besprochenen Schichten folgendes konstatieren:

Die Nervenbündel der verschiedenen Markstrahlen treten fächerartig auseinander, sobald sie in die granulierte Schicht eindringen. Sie bilden so Interstitien, in welchen die Granula liegen. In ihrem Verlauf haben inzwischen viele Fasern ihre Markscheiden verloren; andere jedoch behalten sie bei bis in die Höhe der Purkinjeschen Zellen, dringen selbst ohne sie zu verlieren in die Molekularschicht ein, wo sie sich jedoch bald der Beobachtung entziehen.

Die genaue Untersuchung lehrt nun allerdings, dass die Verhältnisse nicht so einfach liegen, wie sie die Vorprüfung anzudeuten schien. Durch zahlreich abgehende Zweige wird ein kompliziertes Verzweigungssystem gebildet. Es entsteht so ein derartiger Wirrwarr von Fasern, dass es ganz unmöglich ist, die einzelnen Fasern genau zu verfolgen. Soviel jedoch ist sicher, dass die zahlreichen Zweige, welche eine Faser während ihres Verlaufs durch die granulierte Schicht abgibt, zwischen den von einander entfernt liegenden Zellgruppen bestimmte Verbindungen herstellen.

Für andere Fasern liegen übrigens die Verhältnisse einfacher. Diese biegen aus dem Bündel, zu welchem sie gehören, ab und dringen in die granulierte Schicht ein. Ihre Richtung ist nicht die unregelmässige der Mehrzahl der übrigen Fasern. Sie behalten vielmehr genau die Richtung nach der Molekularschicht bei und geben in ihrem Verlauf auch nur wenig Fasern ab.

Es gibt also zwei Kategorien von Nervenfasern: 1) sehr kompliziert sich verzweigende, die ein wirres Fasernetz bilden, und 2) solche, die direkt von ihrem Ursprung nach ihrem Bestimmungsort verlaufen.

In der Grenzzone zwischen der granulierten Schicht und der äussern Rindenschicht bildet sich ebenfalls ein eigentliches Wirrnis von Fasern, die bald zu Bündeln vereint sind, bald isoliert, bald von ganz besonderer Feinheit, bald von relativ bedeutender Stärke. In vielfachen Windungen verlaufen sie und umschliessen häufig netzartig die Zellkörper der Purkinjeschen Zellen. In reichlicher Zahl gehen Zweige von ihnen ab und dringen in die Molekularschicht ein. Dort setzen sie sich mit horizontal verlaufenden Fasern in Verbindung oder sie biegen um und nehmen nun selbst einen horizontalen Verlauf an. Die Gesamtheit dieser Fasern tritt dann endlich in Verbindung mit dem Fasernetz der Molekularschicht. Die Fasern, welche diesen Plexus bilden, gehen aus der granulierten Schicht und zum kleinern Teil aus den Purkinjeschen Zellen hervor.

In verschiedenen Fällen beobachtete Golgi die Vereinigung dieser Fasern mit solchen andern Ursprungs. Ebenso war der Zusammenhang der Fibrillen und des Nervenfasergeflechtes mit den kleinen Zellen der Molekularschicht oder dann umgekehrt der Fäden, welche aus der Teilung der Nervenverlängerung dieser Zellen entstehen, mit den zum Plexus gehörigen nachweisbar.

So nehmen also dreierlei Fasern an der Bildung dieses Geflechtes teil, 1) Fasern, die aus den Markstrahlen kommen, 2) solche, die aus der Nervenverlängerung der Purkinjeschen Zellen hervorgehen, 3) die Nervenverlängerungen der kleinen Zellen der Molekularschicht. Die tiefere Zone besteht hauptsächlich aus starken Fasern mit horizontalem Verlauf, die oberflächliche aus feinen unregelmässig verlaufenden.

Fragen wir nach den Beziehungen zwischen den Nervenzellen und Nervenfasern in den Windungen des Kleinhirns, so muss man sich daran erinnern, dass man nach der Form der nervösen Verlängerung die viererlei Zellen, die wir unterscheiden konnten, die Purkinjeschen, die kleinen Zellen der Molekularschicht, die Granula und die grossen Zellen der granulierten Schicht, in zwei Gruppen bringen kann. Denn die Nervenverlängerung der Purkinjeschen Zellen ist von denen der anderen Zellkategorien dadurch verschieden, dass sie in ihrem Verlauf ihre Individualität beibehält, wenn schon auch von ihr seitliche Zweige abgehen, und dass sie direkt eine Faser der Markstrahlen bildet.

Dieses verschiedene Verhalten der Zellen bezw. ihrer Nervenverlängerung steht zweifellos mit der physiologischen Differenz in Verbindung. Golgi hält dafür, dass die Zellen, welche sich direkt mit Fasern in Verbindung setzen, als die Organe der Motilität aufzufassen sind, die anderen als solche der Sensibilität. Diese zwei Organsysteme werden aber durch das Nervennetz mit einander in Beziehung gebracht.

In einem V. Artikel wird uns das Resultat der histologischen Untersuchung des »grossen Seepferdefusses«, pes hippocampi major sive cornu ammonis, dargelegt.

Zum Verständnis des folgenden ist eine anatomische Orientierung dieses Hirnteiles notwendig. Die Anatomen verstehen unter dem Ammonshorn einen Wulst in den seitlichen Hirnhöhlen. Derselbe wird dadurch gebildet, dass die äussere Hirnsubstanz in das Innere der ventriculi laterales einstülpt, indem die Windung des Hippocampus in der Wandung des absteigenden Hornes umbiegt. Gegen die Mittellinie hin ist dieser Wulst konkav. Dieser innere Teil ist mit einem 3seitigen, scharfen Rand, dem Saum (fimbria sive taenia hippocampi) versehen, einer Fortsetzung des hintern Schenkels des Gewölbes. Mit dem Namen subiculum cornu ammonis bezeichnet man denjenigen Teil der Seepferdefusswindung, welcher sich direkt in das Ammonshorn fortsetzt. Die Fortsetzung der Rindenschicht des subiculum nennt man das stratum convolutum. Die Gewölbewindung, der gyrus fornicatus, richtet sich von dem Punkte, wo sie um den Balkenwulst herumbiegt, abwärts und führt den Namen Seepferdefusswindung. Bis zum uncus ist die ganze Oberfläche mit einem zarten Netz weisser Substanz, der substantia reticularis alba, bedeckt. Auf einem Schnitte durch das Ammonshorn sieht man in Form einer weissen Linie die sog. lamina medullaris circonvoluta. Sie liegt zwischen der grauen Schicht, welche in das subiculum übergeht, und der grauen Substanz der gezähnten Leiste (fascia dentata). Mit diesem Namen bezeichnet man eine Lamelle grauer Substanz, an deren Oberfläche eine Reihe von Vertiefungen zu beobachten sind. Sie geht aus der untern Oberfläche des Balkens hervor, etwas unterhalb des Wulstes, tritt tief in die Rinne ein, welche durch die Falte der Seepferdefusswindung gebildet wird, und endet in der Höhe des uncus. Mulde (alveus) nennt man die aus weisser Substanz bestehende Schicht, welche die ganze ventrikulare Oberfläche des Ammonshornes bedeckt. Dieses Geflecht von Nervenfasern vereinigt sich zu dem Markstrang, welcher die ganze innere Seite des grossen Seepferdefusses begrenzt, zu der fimbria, welche dann, wie wir bereits sagten, einen Teil des Gewölbes bildet.

Folgendes ist nunmehr das Resultat der einlässlichen histologischen Untersuchungen dieses bis dahin noch ziemlich wenig erforschten Hirnteiles.

Den bisherigen Darstellungen zufolge, die sich in der Hauptsache auf eine Untersuchung von Kupffer, »de cornu ammonis textura« und eine solche Meynerts, »der Bau der Grosshirnrinde und seine örtlichen Verschiedenheiten nebst einem pathologisch-anatomischen Corollarium«, stützen, musste man sich die histologischen Verhältnisse des grossen Seepferdefusses ungleich komplizierter denken als die anderer Hirnteile. Golgi hat nun freilich dargethan, dass die Komplikationen mehr in der Art der Darstellung, als im Wesen des Organes liegen. Die Einteilung in zahlreiche Schichten dürfte, da sie zumeist nur auf sekundäre Unterschiede und nicht auf wesentliche histologische Differenzen sich stützt, kaum begründet sein.

Golgi fasst, wesentlich auf seine histologischen Untersuchungen sich stützend, das Ammonshorn nicht einfach als eine Umbiegung einer Windung auf, glaubt vielmehr, dass deren zwei an seiner Bildung teil-

nehmen, die durch ganz wesentliche Strukturverhältnisse von einander abweichen. So lassen sich also 4 Schichten unterscheiden, zwei, die aus grauer Substanz bestehen, die jeder Hirnwindung zukommen, und zwei Faserschichten, die hier wie überall aus den Zellen entspringen, welche in der grauen Substanz zerstreut liegen. Dabei darf man nun allerdings nicht vergessen, dass, wie wir schon mehrfach sagten, die Schichten umbiegen, wodurch natürlich ihre Zahl vermehrt wird, indem die gleichen Schichten sich wiederholen.

Folgendes sind nach Golgi diese 4 Schichten:

1) Die Markumkleidung an der Seite der ventriculi laterales (alveus). Diese Schicht steht mit dem Gewölbe und der weissen Substanz der Seepferdefusswindung in Zusammenhang.

2) Die graue Schicht des stratum convolutum. Dieselbe ist die Fortsetzung der Rinde der Seepferdefusswindung oder des subiculum des Ammonshornes.

3) Das die äussere Oberfläche der vorigen Schicht begrenzende Fasergewebe. Sie ist die Fortsetzung der substantia reticularis alba der Seepferdefusswindung, die hier den Namen lamina medullaris circonvoluta führt.

4) Die graue Schicht, welche die fascia dentata bildet. Sie ist die Fortsetzung des Streifens grauer Substanz, welcher sich längs der Medianlinie des Balkens hinzieht.

Von rein histologischen Momenten ausgehend, benennt Golgi diese Schichten 1) innere Nervenfaserschicht oder alveus, 2) Schicht der grossen Nervenzellen oder stratum convolutum, 3) äussere Nervenfaserschicht oder lamina medullaris circonvoluta. 4) Schicht der kleinen Nervenzellen oder fascia dentata.

Sehen wir von der durch die Faltung verursachten Komplikation ab, so können bisweilen die histologischen Verhältnisse dadurch verwickelter erscheinen, dass die einzelnen Schichten nicht selten in verschiedenen Teilen Ungleichheiten ihres Aussehens zeigen, Ungleichheiten, die allerdings durch mehr nebensächliche Dinge veranlasst werden. Die mehr oder weniger dichte Lage der Zellen, die ungleiche Zahl der Bindegewebselemente u. s. f. können natürlich leicht solche äusserliche Verschiedenheiten bedingen. Sobald aber die Strukturveränderungen nicht wesentlicher Art sind, sagt Golgi, und das mit vollstem Rechte, liegt kein Grund vor, die einzelnen Schichtenteile als besondere Schichten aufzufassen und dadurch die Sache unnatürlich zu komplizieren.

Golgis Untersuchungen basieren auf dem Studium des grossen Seepferdefusses einer Anzahl von Säugetierhirnen und dem menschlichen. Die nachfolgenden Erörterungen beziehen sich speziell auf die Verhältnisse des Kaninchenhirns, an welchem das Ammonshorn einen hohen Grad der Entwickelung zeigt.

1) Innere Schicht oder alveus. Entgegen den Angaben von Kupffer gibt Golgi an — und die verfeinerte Untersuchungsmethode dieses Forschers lässt den Zweifel an seinen Angaben unbegründet erscheinen — dass diese Schicht mit der grauen Schicht, auf welcher sie liegt, durch zahlreiche Fasern in Verbindung steht. Zahlreiche Nerven-

fasern treten in schiefer Richtung aus dieser Schicht aus und setzen sich mit den Nervenfortsätzen der Zellen der grauen Schicht in Verbindung oder mit den Fasern, die dem Verzweigungssystem dieser Fortsätze angehören.

So wird die innere Schicht von Fasern gebildet, welche direkt aus den Zellen der inneren grauen Schicht hervorgehen, zweitens von Fasern, welche indirekt in den gleichen Zellen ihren Ursprung haben, welche also aus dem diffusen Netz hervorgehen, das durch die Verzweigung der Nervenfortsätze entsteht. Dazu kommen dann noch Fasern, die sich auf die graue Substanz der Seepferdefusswindung zurückführen lassen.

Diese Schicht zeigt nun folgenden feinern Bau: Eine sehr grosse Zahl markhaltiger, meist dünner Fasern bildet dieselbe. In ihrem Innern begegnet man da und dort isolierten Zellen verschiedener Form, ovalen, spindelförmigen, polygonalen und ganz unregelmässigen, die in vielen Fällen mit Protoplasmafortsätzen versehen sind. Auch die einzige Nervenverlängerung ist zu beobachten. Diese verzweigt sich dann nicht selten. Golgi hält diese Zellen für embryonale Überreste, die ausserhalb der regelmässigen Zellreihe blieben, die man in der darunter liegenden grauen Schicht beobachten kann, die aber, sowohl was ihren histologischen Charakter als ihre Beziehung zu anderen Elementen betrifft, wie diese sich verhalten.

Die ventrikulare Oberfläche dieser Schicht ist von einem Epithel bedeckt. Von den Zellen desselben gehen nicht, wie man bisher beschrieb, eine, sondern mehrere dicke und sich verzweigende Fortsätze ab, die in die Schicht eindringen. Zum Teil inserieren sie sich an den Gefässwänden, zum Teil verlieren sie sich in grosser Entfernung von ihrem Ursprung, ohne dass man ihr Ende genau bestimmen könnte. Unter diesem Epithel liegt eine Bindegewebeschicht, die aus sternförmigen Zellen besteht. Die Fortsätze derselben setzen sich mit den Wänden der Blutgefässe in Verbindung.

2) Schicht der grossen Zellen oder stratum convolutum. Die meisten Zellen dieser Schicht sind Modifikationen der pyramidenförmigen Zellen der Rinde der Seepferdefusswindung, als deren Fortsetzung wir ja schon früher diese Schicht kennen lernten. Diese Modifikationen beziehen sich in erster Linie auf die Lagerung. Während nämlich in der Windung die Zellen ziemlich gleichförmig durch die ganze Rindenschicht verteilt sind, häufen sie sich beim Übergang ins Ammonshorn allmählich in einer begrenzten Zone an der Peripherie der Schicht an. Mit überraschender Regelmässigkeit ordnen sie sich zu einer, bisweilen auch wohl zu zwei oder drei Reihen an. Diese Beschränkung auf eine bestimmte engumgrenzte Zone ist jedoch nach Golgi nur bei Tieren mit relativ wenig voluminösem Gehirn zu beobachten (Kaninchen, Meerschweinchen, Katze u. s. f.). Bei grösseren Organismen (Hund, Rind, Schaf, Pferd u. s. f., ebenso beim Menschen) beobachtet man nicht diese auffallend regelmässige Anordnung.

Betreffend die Modifikationen der Form ist zu beobachten, dass die Pyramidenform allmählich zu einer ovalen oder Spindelform wird. Die Fortsätze gehen gewöhnlich von der ursprünglichen Pyramidenbasis

ab. Der Querdurchmesser der Zellen schwankt zwischen 15—30 μ. In der Länge entsprechen sie meistens der Dicke der Schicht.

Welches auch die Form des Zellenkörpers sei, immer sieht man von ihm aus gegen die äussere Oberfläche des stratum convolutum einen starken Fortsatz abgehen. Bald teilt er sich in 2 oder 3 Zweige. Diese selbst verzweigen sich weiter und werden gegen die Grenze der Schicht ausserordentlich fein. In einzelnen Fällen bleibt dieser Fortsatz lange fast gleich breit. Erst spät gehen in diesem Fall sekundäre Fäden von ihm aus. Nach der ventrikularen Seite zu geben die Zellen ein ganzes Fadenbüschel ab. Die einzelnen Fäden verzweigen sich dichotomisch und dringen in die hinter den Zellkörpern gelegene Zone ein, um schliesslich das unter dem Epithel gelegene Bindegewebe zu erreichen. Auf den ersten Blick ist unter diesen Fortsätzen der nervöse zu erkennen, obgleich er durchaus nicht immer aus dem gleichen Teil der Zelle abgeht. In der Mehrzahl der Fälle entspringt er an dem gegen die innere Markschicht gerichteten Teil der Zellen mitten in dem Pinsel der protoplasmatischen Fortsätze. Doch geht er gelegentlich auch an der Seite des Zellkörpers ab, in seltenen Fällen sogar von dem entgegengesetzten Ende. In den beiden letzten Fällen biegt er fast unmittelbar nach seinem Ursprung um und verbindet sich mit der Faserschicht des alveus. 10—20 μ entfernt gehen von dem Nervenfortsatz sekundäre Fäden ab, die sich in komplizierter Weise verzweigen. Geht er aus dem äussern Zellenende hervor, so treten die Verzweigungen zum Teil in die Faserschicht ein, zum Teil bleiben sie in der grauen Schicht. Geht er, wie es zumeist geschieht, aus dem äussern Zellende hervor, dann biegen seine Zweige in die graue Schicht um.

So nehmen also alle Nervenfortsätze an der Bildung des diffusen Netzes des stratum convolutum Anteil.

Die protoplasmatischen Fortsätze, die pinselartig am innern Ende des Zellkörpers abgehen, setzen sich mit den Bindegewebezellen des Ependyms in Verbindung und mit denen, die zerstreut in der korrespondierenden Schicht der Nervenfasern liegen. Die auf der entgegengesetzten Seite abgehenden durchdringen die graue Schicht und bilden so das stratum radiatum der Autoren. Sie teilen sich dann nahe dem äussern Ende der Schicht in feinere Zweige, die zum Teil an die zahlreichen Bindegewebselemente der Grenzzone, zum Teil an diejenigen der Faserschicht gehen.

Wegen der reichlichen Bindegewebselemente, der grössern Zahl der Gefässe und dem Wirrwarr der feiner gewordenen protoplasmatischen Fortsätze hat das äussere Viertel der Schicht ein etwas anderes Aussehen als der übrige Teil, so dass sich für diesen Teil, ohne dass man jedoch mit dem Namen einen wesentlichen Unterschied andeuten will, die Bezeichnung Bindegewebezone rechtfertigt.

3) Äussere Nervenfaserschicht oder lamina medullaris circonvoluta. Wie durch den Namen angedeutet wird, besteht diese Schicht der Hauptsache nach aus markhaltigen Fasern, die der äussern Oberfläche der Schicht der grossen Zellen parallel laufen. Nervenzellen fehlen vollständig. (Meynert spricht von der Anwesenheit spindelförmiger Zellen.)

Dieses Fasernetz ist mit dem stratum convolutum sehr innig verbunden. Transversalschnitte durch den grossen Seepferdefuss zeigen, dass es sich längs der Furche, welche das stratum convolutum von der fascia dentata trennt, hinzieht. Allmählich werden die Fasern dieses Netzes feiner, weil die Fibrillen ihre Bündel verlassen. Schliesslich verlieren sie sich in der grauen Schicht. Der Rest dringt in den Raum ein, welcher durch die zwei Zweige der fascia dentata begrenzt wird. Dort zerstreut er sich zwischen den unregelmässig liegenden Zellen, welche noch zum stratum convolutum gehören.

4) Schicht der kleinen Zellen oder fascia dentata. Mit diesem Namen bezeichnet Golgi das, was von andern Autoren als Molekularschicht und granulierte Schicht beschrieben wurde.

Die Nervenzellen, die wir in dieser Schicht treffen, sind fast ausnahmslos rundlich oder oval. Ihr Breitendurchmesser schwankt zwischen 10—20 μ, der Längsdurchmesser zwischen 15—30 μ. Mit ihren Protoplasmafortsätzen nehmen sie die ganze Dicke der Schicht ein. Die Zellkörper sind regelmässig angeordnet und finden sich wieder in einer eng umgrenzten Zone. Da bilden sie eine oder auch 2—3, in seltenen Fällen auch 4 Reihen. Doch nicht alle Kerne, die man in dieser Schicht beobachtet, gehören Nervenzellen an. Wie die Reaktionen beweisen, ist ein Teil auch Bindegewebe. Sehr charakteristisch ist die Art, wie die Fortsätze abgehen. An einer Seite sieht man zahlreichere, 2—6, Fortsätze entspringen, es sind die protoplasmatischen, an der andern nur einen, den Nervenfortsatz. Die protoplasmatischen verlaufen gegen das stratum convolutum. Sie teilen sich dichotomisch, durchdringen die Schicht der kleinen Nervenzellen und enden an ihrer Grenze da, wo sie an das strat. convolutum anstösst, ebenso aber auch an ihrem freien Teil. Der Nervenfortsatz dagegen verläuft nach der entgegengesetzten Seite und dringt in den Teil des stratum convolutum ein, welcher umbiegt, um den durch die fascia dentata begrenzten Raum einzunehmen.

Die Nervenverlängerung entspringt aus dem vom stratum convolutum entfernten Pol und geht direkt oder etwas schief verlaufend in die Grenzzone dieser Schicht. 25—30 μ nach seinem Ursprung gibt er sehr feine Seitenfäden ab, die sich wieder verzweigen, ein wirres Netz bilden und vielleicht mit solchen Fäden, die von andern Fortsätzen abgehen, anastomosieren, so dass auf diesem Wege ein sehr kompliziertes Netz von ungefähr 50—60 μ Dicke entsteht. Dennoch lassen sich die einzelnen Fäden oft ein beträchtliches Stück weit in dieses Fasergewebe hinein verfolgen. Bisweilen lässt sich sogar deren Zusammenhang mit Fasern der fimbria oder des alveus konstatieren. In andern Fällen scheint er sich allerdings in dem genannten Fasernetz zu verlieren.

So bestehen also, um die angegebenen histologischen Verhältnisse nochmals kurz zusammenzufassen, folgende Beziehungen zwischen den Fasern und Zellen des grossen Seepferdefusses:

1) Die Nervenfasern, welche das äussere Fasernetz, die lamina medullaris circonvoluta bilden, entspringen in der Rindensubstanz der Seepferdefusswindung des subiculum und des stratum convolutum.

2) Sie setzen sich nicht direkt mit den Zellen in Verbindung, sondern indirekt durch das diffuse Netz, welches teils durch die Teilung dieser Fasern selbst, teils durch die Nervenfortsätze der Zellen der grauen Schicht gebildet wird.

3) Die Fasern des alveus und der fimbria gehen direkt aus den Zellen des stratum convolutum, die in regelmässigen Reihen angeordnet sind, hervor.

4) Zum Teil entspringen diese Fasern auch aus den kleinen Zellen der fascia dentata.

Daraus geht also hervor, dass der isolierte Verlauf jeder Fiber zu einer korrespondierenden Zelle nicht angenommen werden darf. Im Gegenteil ist es ganz augenscheinlich, dass in der grauen Substanz die Nervenfasern unter sich zahlreiche Kommunikationen eingehen, bevor sie zu den Zellen gelangen, dass jede Faser zweifellos sich mit mehreren Zellen in Verbindung setzt, mit Zellen, die weit auseinanderliegen können, dass man endlich, weil ja immerhin eine grosse Zahl von Nervenfortsätzen ihre Individualität bis in die Faserschicht beibehält, die Existenz einer Hauptleitung zwischen bestimmten Zellen oder Zellgruppen und bestimmten peripheren Regionen annehmen muss.

Die histologische Anordnung dürfte folgende physiologische Schlussfolgerungen gestatten: Die Fibern der lamina circonvoluta, die sich in dem diffusen Nervenfasernetz verlieren, dürften der sensitiven Sphäre angehören, während die Fasern des alveus und der fimbria, deren direkte Kommunikation mit den Zellen des stratum convolutum und der fascia dentata erkennbar ist, zu der motorischen oder psychomotorischen Sphäre zu zählen wären.

Winterthur. Dr. Robert Keller.

Ethnologie.

1. Graf Géza Kuun über die Urbevölkerung Siebenbürgens und die Religion der Agathyrsen*.

Während Herodot behauptet, dass die Agathyrsen, die ältesten Bewohner Siebenbürgens, Überfluss an Gold besassen, hat Fräulein Sophie von Torma bis jetzt keinen Gegenstand aus Gold oder Silber in den alten Ansiedelungsstätten an der Marosch gefunden. Graf Kuun macht indessen darauf aufmerksam, dass Mykenae von Homer, Od. II. 305 reich an Gold (*πολύχρυσος*) genannt wird, während Schliemann nachgewiesen hat, dass Gold einzig und allein nur in den Königsgräbern Mykenaes gefunden wurde. Wenn einmal die Gräber der Könige der Agathyrsen entdeckt sein werden, so wird man in diesen auch Gold und andere Kostbarkeiten finden. Ich stimme mit Herrn Grafen Kuun vollständig überein, wenn er die Agathyrsen für einen thrakischen Stamm hält, und ich glaube, dass Agathyrsoi nur der ältere Name

* Nuova Antologia di scienze etc. 2. ser. XXI. p. 554 u. f.

der Dacier sei, die ja gleichfalls thrakischen Ursprungs waren. Herodot IV, 19 verbindet die Agathyrsen mit den Neuren, in welchen ich gleich Šafařik und Grafen Kuun ein slavisches Volk vermute (noch jetzt haftet dieser Name in denselben Gegenden, polnisch »ziemia nurska«). In dieser Hinsicht wäre die Entdeckung Müllenhoffs in einem Artikel der Encyklopädie von Ersch und Gruber recht interessant, dass in der Sprache der Urbewohner Transsylvaniens ähnliche Nasallaute wie die polnischen ą und ç vorkamen. Den Beweis suchte er aus Orts- und Völkernamen des alten Daciens zu führen. Ich glaube indessen, dass hier zwei analoge, aber von einander ganz und gar unabhängige sprachliche Erscheinungen vorliegen. Die polnischen Nasallaute haben sich erst nach der Abtrennung von den übrigen Slaven durch Abwerfung der Konsonanten m und n gebildet (vergl. Malecki, Gramatyka języka polskiego mniejsza — Lwów 1872, p. 4) und in der Epoche, von welcher hier die Rede ist, dürften die einzelnen slavischen Sprachen sich kaum bereits ausgebildet haben. Die Entscheidung über die letztere Frage überlasse ich indessen kompetenten Slavisten.

Was die Religion der Agathyrsen anbetrifft, so weist Graf Kuun auf eine merkwürdige Stelle bei Herodot IV, 119 hin, die, mit den archäologischen Funden des Fräulein von Torma in Zusammenhang gebracht, ein Licht auf die Religion dieses alten Volkes wirft.

Es heisst dort, dass die Skythen während des Krieges mit den Persern die Könige der benachbarten Völker zu einer feierlichen Versammlung eingeladen hätten, um ein Bündnis gegen den gemeinsamen Feind zu schliessen. Die Agathyrsen und Neuren machten die Skythen darauf aufmerksam, dass sie die Perser früher angegriffen hätten, und verwiesen sie auf die Strafe Gottes. Graf Kuun schliesst hieraus, dass den Agathyrsen die Idee einer Gottheit, welche die Schicksale der Völker lenkt, bekannt war.

Graf Kuun bemerkt ferner, dass Fräulein Sophie von Torma ein Skelett einer sitzenden, mit dem Gesicht gegen Osten gewendeten Frau gefunden hat. Es scheint, dass die Agathyrsen als ihren höchsten Gott die Sonne verehrten. Man findet das Bild der Sonne auf einer grossen Zahl von Thonscherben und Vasen. Ähnliche Gegenstände wurden in Troja gefunden. Das Kreuz scheint ein Symbol zu sein, welches die Sonne mit den nach den vier Weltgegenden ausgehenden Strahlen darstellen soll. Das Wort »suasti« *, von welchem »suastica« abgeleitet ist, bedeutet Glück, Wohlstand, und im Persischen bedeutet hôr: 1. Sonne, 2. Glück.

Fräulein von Torma erwähnt einen Herd und eine Hütte, die oberhalb eines Grabes errichtet waren, um die Ruhe des Toten besser sichern zu können, woraus Graf Kuun den Schluss zieht, dass der Glaube an die Unsterblichkeit den Agathyrsen gleichfalls nicht fremd war. Er macht überdies noch auf die Ähnlichkeit einzelner Funde aus Tordos (Siebenbürgen) mit denjenigen aus Mykenae aufmerksam.

Graz. Dr. Fligier.

* So benannte bekanntlich Schliemann die Kreuzeszeichen auf den trojanischen Funden.

2. Die Abstammung der Tiroler.

Als die erste historische und jedenfalls prähistorische Bevölkerung Tirols können unzweifelhaft die Rätier betrachtet werden. Diese Rätier wurden durch die römische Eroberung mehr oder weniger oder auch gar nicht vermischt, aber in Sprache und Kultur jedenfalls im Laufe der Jahrhunderte ganz romanisiert. Diese Räto-Romanen bilden noch heute den quantitativ überwiegenden Grundstock des tiroler Volkes, welchem die germanischen Elemente in verschiedenen Mengen beigemischt sind. Nur ein kleiner Teil dieser alten fast oder ganz romanisierten Rätier hat sich in den abgelegenen Thälern um die übergletscherte Marmolada-Spitze und im Münsterthale und in der Nähe des Ortlers in wahrscheinlich urrätisch physischer Beschaffenheit bis auf den heutigen Tag erhalten — es sind die Ladiner. Die weit überwiegende Mehrzahl der Räto-Romanen wurde germanisiert oder italianisiert. Es ist merkwürdig, dass die deutsch-tirolischen Köpfe und Schädel am wenigsten den germanischen Typus zeigen, dass aber, je tiefer man nach Wälschtirol geht, die Köpfe und Schädel desto germanischer werden. Dieses überraschende Resultat verdanken wir einem umfangreichen Werke »Studien zur Anthropologie Tirols und der Sette Comuni von Dr. Franz Tappeiner, Innsbruck 1883«. Der in Kurkreisen in Meran wohlbekannte Arzt Dr. Tappeiner hat das Verdienst, seit 1878 anthropologische Reisen durch die Hauptthäler des Landes unternommen, sie auch auf die deutschen Enklaven, die im Vicentinischen zwischen der Brenta und dem Astico gelegen sind, ausgedehnt und im ganzen die Messung von 4935 Schädeln und 3185 Köpfen vorgenommen zu haben. Unter den Ladinern allein hat er 441 Schädel und 351 Köpfe gemessen. Darunter befindet sich kein einziger Dolichokephale, die Zahl der Mesokephalen beläuft sich auf 13,5 %, der Brachykephalen auf 47,9 %, der Hyperbrachykephalen dagegen auf 38,6 %. Die Schädel der Ladiner sind daher vorwiegend kurz und hoch. Ein vorrömischer, mit der Certosa-Fibel gefundener Schädel war gleichfalls hyperbrachykephal, woraus man vielleicht den Schluss ziehen kann, dass die alten Rätier hyperbrachykephal waren. Nachdem Dr. Tappeiner den definitiven Beweis geführt, dass die Rätier sowohl von den Etruskern wie den Kelten verschieden waren, weist er auf die grösste Ähnlichkeit der tirolischen Ladiner-Schädel mit den Abbildungen der brachykephalen Schädel des südlichen Baden und Württemberg, welche Ecker und v. Hölder veröffentlicht haben, hin. Bei der Betrachtung dieser Eckerschen Schwarzwälder und Hölderschen Württemberger Schädel sprang ihm die überraschende Ähnlichkeit derselben mit den tirolischen Ladiner-Schädeln so augenfällig hervor, dass er diese Abbildungen als naturgemässe Porträts der Ladiner-Schädel ansehen konnte. Wer waren dieses vor der römischen Herrschaft und während derselben in dem Gebiete zwischen Donau und Alpen, östlich vom Rhein alt-ansässige Volk, in dem die alten Alemannen und Sueven zum grösseren Teile aufgegangen sind? Ecker spricht sich nicht bestimmt aus, dagegen bezeichnet Ranke diese Brachykephalen als Nachkommen

der römischen Provinzialen. Diese Provinzialen waren aber ein von keltischen Stämmen überschichtetes rätisches Volk. Da die tirolischen Ladiner und ihre Urahnen, die Rätier, nach Tappeiner kraniologisch zu demselben Volke gehören, so kann man wohl mit Dr. Tappeiner auf die rätische Natur der Urbewohner Süddeutschlands schliessen. Nach den Berichten des Livius, Justinus und Stephan von Byzanz sollen die Rätier eine der Etruskischen verwandte Sprache gesprochen haben. Die Etrusker waren keine Indoeuropäer, folglich auch die Rätier nicht.

Dieser uralte rätische Typus ist noch heute bei der deutsch sprechenden Bevölkerung Tirols der vorherrschende. Die Gruppe Ultenthal-Tisens steht kraniologisch den Ladinern am nächsten. Die Eisackthaler sind geographisch die nächsten Nachbarn der Ladiner, da das Grödenthal ein Seitenthal des Eisackthales bildet; aber anthropologisch sind sie schon verschieden von den Ladinern. In Hinsicht der Farbe der Haare und Augen sind die Eisackthaler heller, d. h. germanischer als die Ladiner; dagegen ist ihre Kopfbildung entschieden ungermanisch, indem sie an Brachykephalie die Ladiner noch übertreffen, ein Rätsel, das sich Dr. Tappeiner nicht erklären kann. Auch die Westpusterthaler sind noch brachykephaler als die Ladiner. Die Westpusterthaler sind nach Tappeiner eine Mischung von Räto-Romanen, Römern und eingewanderten Bajuwaren. Der Typus der Deutsch-Nonsberger gleicht dagegen vollständig dem der benachbarten Ulten-Tilsener. Dieselbe sind somit ziemlich reine Räto-Romanen. Auf der höchsten Stufe der Brachykephalie stehen die Passeyrer, obwohl man dieselben lange Zeit für Nachkommen der Ostgoten gehalten hat, die wir uns nach Analogie der übrigen germanischen Stämme der Völkerwanderungszeit als dolichokephal vorstellen müssen. Es sei hier noch bemerkt, dass die erwähnten Deutsch-Nonsberger mit so auffallend ladinischem Typus nach der Sage als Nachkommen aus Sachsen eingewanderter Bergknappen gelten. Der kraniologische Typus der Lechthaler ist noch kurzköpfiger als der der Ladiner; aber ihr physisches Aussehen ist germanischer. Tappeiner bezeichnet sie als eine Mischung von Räto-Romanen und Alemannen. Jedem, der die Bewohner des Burggrafenamtes an Sonn- und Festtagen in grösseren Massen beisammen sieht, fällt das urdeutsche Aussehen und Wesen derselben auf, so dass selbst Ludwig Steub und Felix Dahn in ihnen die Nachkommen der edlen Ostgoten zu erkennen glaubten. Nach den exakten Forschungen Tappeiners sind diese eben germanisierte Räto-Romanen mit relativ geringer germanischer Beimischung. Die Wippthaler sind dagegen mit etwas mehr germanischen Elementen versetzt. Auch die Untervintschgauer sind in körperlicher Beschaffenheit, Sprache und Tracht sehr verwandt mit den Burggrafenämtlern. Die Obervintschgauer sind wiederum eine Mischung von Räto-Romanen und Alemannen. Bei den Bewohnern der Gruppe Neumarkt-Truden sieht man, dass diese aus Räto-Romanen und Bajuwaren zusammengewachsen sind, aber der höhere Prozentsatz der Dolichoiden sagt dem Anthropologen, dass der germanische Mischungsanteil entschieden grösser ist als im oberen Etsch- und Eisackthale. Einen höheren Prozentsatz des germanischen Blutes finden wir

bei den Ostpusterthalern, ebenso ist der Gesamttypus der Sarnthaler-Haflinger ein mehr germanischer als im Burggrafenamte und im Eisackthale. Tappeiner vermutet dort noch Reste der Ostgoten. In dem jetzt fast ganz italienischen Valsugna sehen wir plötzlich den Prozentsatz der germanischen Dolichokephalen steigen. Die kraniologische Analyse der heutigen Bevölkerung lässt unzweifelhaft auf eine zahlreiche germanische Beimischung zu den Räto-Romanen schliessen. Die linguistischen Forschungen des österreichischen Postdirektors Wielter in Vicenza und des Schulinspektors Dr. Schneller haben erwiesen, dass das grosse Gebiet zwischen der Etsch und der Brenta und der Ebene zwischen Verona, Vicenza und Padua nach der Völkerwanderungszeit von zahlreichen deutschen Ansiedelungen durchzogen war, dass noch im frühen Mittelalter in diesen Gegenden deutsch gesprochen wurde, dass Trient selbst noch zur Zeit des Konzils deutsch war, und dass erst im Laufe der Jahrhunderte die italienische Sprache dieses ganze Gebiet bis auf wenige deutsche Sprachinseln erobert hat. Die Lusarner und Lafrauner mit den Bewohnern der Valsugna und der Sette Comuni gehören kraniologisch und ethnologisch zu demselben Volke und sind eine Mischung von Räto-Romanen mit vielen germanischen Elementen. Die Bewohner der Judikarien (Sarca- und Chiesa-Thal) haben mit den Leuten der Valsugna einen ziemlich ähnlichen kraniologischen und ethnologischen Typus. Aber der Prozentsatz der Dolichoiden ist noch grösser und dennoch sprechen die Bewohner der Judikarien seit Jahrhunderten nur die italienische Sprache. Zahlreiche Dolichoiden (Nachkommen der Longobarden?) finden sich bei den Wälsch-Nonsbergern, obwohl sie mit Ausnahme von 4 deutschen Dörfern eine wälsche Mundart sprechen, welche zwischen dem Ladinischen und Italienischen in der Mitte stehen soll. Noch zahlreichere Dolichoiden finden sich bei den nur italienisch sprechenden Fleimsern. Wir können diese um so eher den Longobarden zuzählen, als es urkundlich feststeht, dass die Fleimser einst nur nach longobardischem Recht leben wollten. Die Deutschen der Sette Comuni sind nach den Forschungen Tappeiners bei weitem keine reinen Germanen, sondern mit alemannischem und longobardischem Blute durchsetzte Räto-Romanen. Nach der Berechnung Dr. Tappeiners tragen von 800 000 Tirolern 665 000 zumeist deutsch sprechende Individuen den brachykephalen und hyperbrachykephalen Typus ihrer Vorfahren, der uralten Rätier noch an sich. Die Mesokephalen, 127 200 an der Zahl, sind aus einer Mischung räto-romanischer Elemente mit bajuwarischen, alemannischen und longobardischen Dolichokephalen entstanden. Nur etwa 8800 zumeist italienisch sprechender Dolichokephalen erinnern an Longobarden und andere germanische Elemente. Die Tiroler sind also vorwiegend Nachkommen der alten Bewohner Rätiens. Die anthropologische Wissenschaft ist Herrn Dr. Tappeiner für diese ebenso wichtigen wie interessanten Forschungen zu besonderem Danke verbunden.

Graz. Dr. Fligier.

Zoologie.

1. Über die Vorfahrenform der Wirbeltiere.

Unter den zahlreichen »Übergangsformen« zwischen verschiedenen Ordnungen, Klassen, ja sogar Stämmen des Tierreichs, die in neuerer Zeit bekannt geworden sind, befindet sich leider keine, die unzweifelhaft oder auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit als Mittelglied zwischen irgend einer Abteilung der Wirbellosen und den eigentlichen Wirbeltieren angesprochen werden dürfte. Denn *Amphioxus* ist und bleibt bei aller Einfachheit seines Baues doch ein echtes Wirbeltier oder besser ein Chordat, und die Ascidien, durch deren merkwürdige Larvenentwickelung man früher (nach Kowalevsky) die Abstammung der Chordaten aufhellen zu können glaubte, sind jetzt wohl allgemein als verkümmerte, wenngleich von jeher sehr primitiv gebliebene Glieder dieses Stammes anerkannt. Sodann sind nach Dohrns Vorgang von verschiedenen Seiten sehr wertvolle Zeugnisse beigebracht worden, welche auf die Chätopoden oder überhaupt auf gegliederte Würmer als die gesuchten Vorfahren hinzuweisen schienen; und diese Ableitung ist auch gar nicht so sehr schwierig, wenn man sich nur, wie weiland G. St. Hilaire, einen solchen Wurm mit der Bauchseite nach oben gedreht und mit einem neuen Mund auf der nunmehrigen Ventralseite ausgerüstet denkt. Allein selbst abgesehen von diesen etwas gewaltsamen Forderungen vermochte diese Hypothese so wenig wie eine frühere die Frage zu beantworten, woher das auszeichnendste Organ der Chordaten, die Chorda dorsalis stamme; und doch darf man jedenfalls, wie Balfour mit vollem Recht bemerkt (vergl. Embryologie II, 292), »keiner Gruppe der Wirbellosen eine genetische Beziehung zu den Chordaten zuerkennen, so lange nicht nachgewiesen ist, dass dieselbe irgend ein entweder von einer Chorda abgeleitetes oder der Entwicklung zu einer Chorda fähiges Organ besitzt. Bisher aber ist ein solches Organ noch bei keinem Wirbellosen aufgefunden worden.« Auch an anderen ernstlichen Einwürfen gegen die Annelidenabstammung, die namentlich von Gegenbaur und Haeckel und deren Schule ausgingen, hat es nicht gefehlt; etwas Besseres wusste freilich niemand an ihre Stelle zu setzen.

Neuerdings unternimmt nun Prof. A. A. W. Hubrecht in Utrecht den auf den ersten Blick beinahe paradox erscheinenden Versuch, in der Organisation der Nemertinen oder Fadenwürmer auffallende Parallelen und Vorstufen zu derjenigen der Wirbeltiere nachzuweisen und insbesondere die Entstehung der Chorda und eines andern, zwar rudimentären, aber merkwürdig zäh sich erhaltenden Organs der letzteren, der Hypophysis cerebri, begreiflich zu machen (s. Quart. Journ. of Micr. Sc. Juli 1883). Zwar bekennt er selbst, dass noch manche Punkte, insbesondere aus der Entwickelungsgeschichte, genauerer Untersuchung bedürfen und dass sein Hauptzweck der sei, zu solchen Forschungen anzuregen; es ergeben sich ihm aber jetzt schon so viele höchst interessante Vergleiche, dass eine kurze Wiedergabe derselben wohl am Platze sein dürfte.

Hubrecht leitet die Hypophysis der Chordaten von dem vor- und zurückziehbaren Rüssel der Nemertinen, die Chorda der ersteren von der Rüsselscheide der letzteren ab.

Was die Hypophysis betrifft, so war schon längst bekannt, dass sie, obwohl mit dem »Trichter« am Zwischenhirn innig verbunden, doch ein dem Nervensystem ursprünglich fremdes Gebilde von scheinbar drüsiger Natur ist, das, wie Rathke festgestellt hatte, bei höheren Wirbeltieren vom Kopfdarm sich abschnürt, dicht vor das Vorderende der Chorda zu liegen kommt und erst nachträglich in die Hirnkapsel eingeschlossen wird. Gegenwärtig wissen wir, dass die erste Anlage desselben ein Divertikel am Dach der embryonalen Mundhöhle ist, welches gleich dieser vom Epiblast abstammt. Indem dasselbe dann gegen die Gehirnblase emporwächst, wird sein Verbindungsgang mit der Mundhöhle immer länger und enger, bis er endlich einen soliden Strang darstellt und das bläschenförmige obere Ende durch das sich entwickelnde Knorpelcranium ganz vom Kopfdarm abgedrängt wird. Schon vorher aber ist ihm ein hohler Fortsatz des Zwischenhirns, der spätere »Trichter«, entgegengekommen und mit ihm verwachsen, ohne dass jedoch, soweit bis jetzt bekannt, irgendwelche Nervenendapparate ausgebildet würden. Berücksichtigt man, dass dieses Organ schon bei den niedersten Wirbeltieren nur noch in rudimentärem Zustande angetroffen wird, so kann diese innige Beziehung zu einem Abschnitt der Gehirnbasis, welcher auch äusserlich dem Riechhirn sehr ähnlich sieht, kaum einen anderen Sinn haben, als dass die Hypophysis früher, als sie noch funktionsfähig war, reichlich mit Nerven versorgt war und ein Sinnesorgan darstellte.

Von grosser Wichtigkeit scheint nun zu sein, dass, wie Dohrn kürzlich zeigte, bei *Petromyzon* die Epiblasteinstülpung der Hypophysis, von derjenigen der Mundhöhle gesondert, auf der äusseren Fläche des Kopfes liegt und gerade dem Vorderende der Chorda entgegenwächst. Wenn dies Verhalten als Wiederholung eines ursprünglicheren Zustandes aufzufassen ist, aus welchem dasjenige der übrigen höheren Wirbeltiere erst durch sekundäre Verlagerung hervorging, so dürften wir also auch ein oberflächlich gelegenes Gebilde nötigenfalls als Homologon jenes primitiven Sinnesorgans ansprechen. Dass bei *Amphioxus* jede Spur der Hypophysis fehlt, kann hiernach bei der bekannten Lebensweise des auch sonst vielfach verkümmerten Tieres nicht überraschen.

Gleichwohl aber — wie kann man ein wahrscheinlich schlauchförmig in das Kopfende eingesenktes Sinnesorgan mit dem gewaltigen Rüssel der Nemertinen vergleichen wollen, der oft bis fast ans Hinterende des Körpers reicht, häufig mit grossen Stacheln und zahlreichen Nesselzellen bewehrt ist und entschieden als Angriffswaffe fungiert? In der That müssen wir auch hier auf einfachere Formen zurückgehen, um den Vergleichspunkt zu finden. Hauptsächlich durch L. von Graffs Untersuchungen haben wir eine ganze Reihe von rhabdocölen Strudelwürmern näher kennen gelernt, welche die allmähliche Ausbildung des Rüssels aus einem kleinen rückziehbaren Fortsatz des vordern Körperendes, der sowohl zum Tasten als zur Verteidigung dient, durch manche Zwischenstufen hindurch bis zu dem stattlichen und ausserordentlich wirksamen

Gebilde der Nemertinen uns vor Augen führt. Übrigens zeichnet sich der Rüssel auch bei diesen durch grossen Nervenreichtum und komplizierte Anordnung des Nervengewebes aus, er muss also wohl seine Tastfunktion in bedeutendem Masse noch beibehalten haben.

Noch bestimmteren Aufschluss gibt die Entwickelungsgeschichte. Der Nemertinenrüssel ist ursprünglich eine einfache Einstülpung des Ektoderms, welche am Vorderende des Embryos auftritt und immer weiter nach hinten eindringt; dabei nimmt sie ihren Weg zwischen den beiden Gehirnganglien hindurch in der Weise, dass die dickere Querkommissur unter, die dünnere über ihr verläuft. Es ist daher sehr leicht denkbar, dass eine solche Anlage bei den Vorfahren der Chordaten sich zu einem funktionslosen Schlauch, gleich der Hypophysis beim Embryo von *Petromyzon*, rückgebildet haben mag.

Eine nicht zu verachtende Stütze findet diese Annahme darin, dass, wie Hubrecht schon in einer früheren Arbeit (1880) »Zur Anatomie und Physiologie des Nervensystems der Nemertinen« hervorgehoben hatte, Gehirn und Rückenmark der Wirbeltiere sich ziemlich ungezwungen von den oberen Schlundganglien und den beiden grossen lateralen Nervenstämmen der Nemertinen ableiten lassen. Denn die Lage dieser Stämme, obwohl meistens genau rechts und links vom Darmkanal, ist doch sehr wechselnd: bei *Drepanophorus* sind sie auf der Ventralseite des Darmes nahe zusammengerückt, bei *Langia* dagegen laufen sie wenigstens in der vordern Körperhälfte nicht weit von einander entfernt über dem Darme nach hinten; dort scheint also ein Übergang zum Bauchnervenstrang der Anneliden und Arthropoden, hier zum Rückenmark der Chordaten angedeutet zu sein. In allen Fällen aber bestehen diese Nervenstämme nicht bloss aus Nervenfaserbündeln, sondern sie tragen in ihrem ganzen Verlauf eine gleichmässig dicke Hülle von Nervenzellen verschiedener Grösse, ohne dass es irgendwo ausser am vordern Ende, im »Gehirn«, zu einer Ganglion-ähnlichen Ansammlung derselben käme — abermals eine Eigentümlichkeit, welche auffallend an das Rückenmark der Chordaten erinnert*. Vielleicht kann man selbst soweit gehen, die oberen und unteren Lappen, in welche sich das Gehirn der meisten Nemertinen differenziert hat, mit gewissen Teilen des Wirbeltiergehirns zu vergleichen: von jenen entspringen die Nerven für die höheren Sinnesorgane, von diesen jederseits ein starker Nerv für den vordern (nach M'Intosh respiratorischen!) Abschnitt des Darmrohres, weshalb er von Hubrecht schon früher als N. vagus bezeichnet wurde. Damit ist schon angedeutet, dass wir das Homologon der oberen Lappen im Vorder- oder Grosshirn der Wirbeltiere, dasjenige der unteren im Mittel- und Hinterhirn zusammengenommen zu erblicken

* Hier darf wohl auch darauf hingewiesen werden, dass der Bau des Rückenmarks deutliche Spuren einer Zusammensetzung aus zwei der Länge nach mit einander verschmolzenen, ursprünglich aber wahrscheinlich selbständig gewesenen Nervenmarksträngen erkennen lässt, und wenn gleich auf der Entwickelungsstufe, wo das Nervenrohr noch eine epiblastische Medullarplatte darstellt, bei den meisten Wirbeltieren keine solche doppelte Anlage derselben zu beobachten ist, so zeigt sich dies doch unverkennbar bei den Amphibien, deren ganzes Zentralnervensystem in diesem Stadium merkwürdig mit dem der niedersten Nemertinen (z. B. *Carinella*) übereinstimmt.

hätten. Dem entspricht wiederum der bekannte Unterschied im histologischen Aufbau zwischen dem Vorderhirn einerseits und dem ganzen übrigen Nervensystem anderseits, welcher beim Wirbeltier auf früher Stufe eine viel schärfere Grenze ergibt als der erst später durch Differenzierung des Kopfes sich ausprägende Gegensatz zwischen Gehirn und Rückenmark. Und ebenso wird unter dieser Voraussetzung leicht verständlich, warum die Hypophysiseinstülpung gerade an der Grenze zwischen Vorder- und Mittelhirn mit dem Trichter und dem Vorderende der Chorda zusammentrifft; denn genau an der entsprechenden Stelle dringt die Rüsseleinstülpung der Nemertinen zwischen den oberen und den unteren Lappen des Gehirns in der Medianebene nach hinten vor und von derselben Stelle an erhält sie ihre besondere Hülle, die Rüsselscheide, die wie gesagt mit der Chorda zu vergleichen ist.

Diese Scheide zeigt ebenso wie der Rüssel selbst verschiedene Grade der Ausbildung. Stets ist sie ein rings geschlossenes Rohr, dessen Wandung von einer bald mehr bald weniger mächtigen Muskelschicht und einem den Innenraum auskleidenden Epithel gebildet wird. Es verläuft über dem Darme, dicht unter dem Hautmuskelschlauch, meist ziemlich fest mit demselben verbunden, nach hinten und zwar gewöhnlich bis zum After; manchmal aber, z. B. bei der schon erwähnten *Carinella*, ist die Scheide samt dem Rüssel nur in der vordern Körperhälfte ausgebildet, und bei dem sehr langen *Cerebratulus* scheint sich der Hohlraum ihres hintersten Abschnittes allmählich mit einem grosszelligen Gewebe zu erfüllen, das bald drüsig aussieht, bald mehr dem Chordagewebe gleicht.

Leider sind die Angaben über die Entwickelung der Rüsselscheide noch sehr dürftig und widersprechen einander gerade im wichtigsten Punkte, hinsichtlich des Keimblattes, aus welchem dieselbe hervorgeht. Als höchst wahrscheinlich darf jedoch wohl angenommen werden, dass sie hypoblastischen Ursprungs ist, indem sich von der Dorsalwand des Darmrohres entweder eine hohle rinnenartige Ausstülpung oder ein solider Zellstrang abschnürt, welcher letztere erst nachträglich einen Hohlraum erhält, und dass dieses Hypoblastrohr mit einer Hülle von hauptsächlich zu Muskeln werdenden Mesoblastzellen umkleidet wird. In dieses Gebilde scheint sich dann der epiblastische Rüssel von vorne her einzustülpen. Hiernach wäre die Rüsselscheide geradezu als ein Urdarmdivertikel aufzufassen, das, obschon unpaarig und median gelegen, doch im wesentlichen gleiche morphologische Bedeutung hat wie die paarigen Divertikel der Enterocölier, die später zur Anlage des Mesoderms werden und die Leibeshöhle umschliessen. Die deutliche epitheliale Auskleidung der Rüsselkammer spricht an sich schon entschieden für diese Abkunft vom Urdarmepithel; auch ist in bezug hierauf nicht zu übersehen, dass ihr Hohlraum von einer Flüssigkeit erfüllt wird, in welcher bestimmt geformte und in einem Falle nachweislich Hämoglobin enthaltende Zellen flottieren, ohne dass etwa ein Zusammenhang mit dem eigentlichen Blutgefässsystem bestünde.

Halten wir nun diesem hohlen, mit kräftigen muskulösen Wandungen versehenen, zur Aufnahme eines vorschnellbaren Rüssels bestimmten Organ die Chorda der Chordaten entgegen: ein solides, stabförmiges Stützgebilde, dessen Gewebe gewöhnlich zu den Bindesubstanzen gerechnet

wird, mit einer bindegewebigen Hülle, auf deren Aussenseite erst Muskelelemente des Mesoderms sich ansetzen. Allein das alles widerspricht keineswegs der Möglichkeit einer Ableitung von gemeinsamer Uranlage. Die Chorda zeigt 1) dieselbe Lagebeziehung zu den wichtigsten übrigen Organen; 2) stammt sie gleichfalls, bei den niederen Wirbeltieren wenigstens, vom Hypoblast ab — ihr Ursprung vom Mesoblast bei den höheren Formen ist bereits allgemein als sekundäres Verhalten anerkannt —; und 3) ist auch die Art ihrer Entstehung, wie zahlreiche neuere Angaben beweisen, wesentlich dieselbe, indem sie zuerst als Längsrinne an der Dorsalwand des Urdarmes auftritt, welche sich dann vielfach als Rohr mit deutlichem Lumen abschnürt, um erst nachher zum soliden Strang zu werden. Wie ein solcher unmittelbar aus der Rüsselscheide des Nemertinen hervorgehen kann, zeigt uns ja *Cerebratulus* (s. oben) deutlich genug. Ebenso erklären sich der Gewebscharakter der Chorda und der Mangel einer Muskelhülle hinlänglich aus der ganz verschiedenen Funktion derselben.

Wenn also an der Vergleichbarkeit dieser beiden Bildungen kaum mehr zu zweifeln ist, so bleibt doch die wichtige Frage unbeantwortet: was bedingte die erste Anlage der Rüsselscheide? Der Rüssel konnte sich ja ebensogut wie so manches andere vorstülpbare Organ einfach in dem Raum zwischen Haut und Darm entwickeln, ohne besondere vom Hypoblast stammende Wandungen. Wir kommen damit auf die fernere vom Verfasser aufgeworfene Frage zurück, inwieweit Nemertinen und Chordaten auch hinsichtlich ihrer übrigen Organisation übereinstimmten, und insbesondere ob auch jene wie diese ein echtes, durch Abschnürung vom Archenteron entstandenes Enterocöl besässen. Er verneint diese Frage auf Grund der mehrfach gemachten Beobachtung, dass der zwischen den inneren Organen der Nemertinen übrig bleibende Raum von einer zusammenhängenden Masse von Bindegewebe und Muskulatur eingenommen werde; etwa vorhandene Lücken in derselben seien jedenfalls nur als Schizocöl aufzufassen. Dagegen betrachtet er die taschenförmigen, seitlichen Aussackungen des Darmes, welche den Nemertinen allgemein zukommen und nach Hubrecht sogar teilweise durch Mesodermscheidewände abgeteilt werden, als erste Anfänge von Cölomsäcken und vergleicht sie mit den auffallend ähnlichen Bildungen am Urdarm der *Amphioxus*-Larve, die sich später zu echten Mesoblastsomiten entwickeln. Bei den übrigen Wirbeltieren besteht die Anlage des Cöloms und des gesamten Mesoblasts bekanntlich nur aus zwei noch dazu meist obliterierten Aussackungen des Archenterons, deren dorsale Hälften erst nachher in einzelne »Urwirbel« oder Somiten mit je einem rings abgeschlossenen (später ganz verschwindenden) Hohlraum zerfallen; das ist aber offenbar eine sekundäre Einrichtung, während *Amphioxus* das ursprünglichere Verhalten bewahrt hat, und es scheinen also die seitlichen Darmtaschen der Nemertinen thatsächlich der Leibeshöhle und den Mesoblastsomiten der Wirbeltiere in nuce zu entsprechen. Gleichwohl möchten wir den Nemertinen ein Cölom nicht ganz absprechen. Die Rüsselscheide — und damit kommen wir auf die oben gestellte Frage zurück — muss eben ein solches cölomartiges Gebilde, wenn auch unpaarig und median,

schon gewesen sein, bevor der Rüssel seine grosse Ausdehnung nach hinten erlangte und diesen dorsalen Cölomsack in sich selbst einstülpte. Die Nemertinen wären deswegen noch nicht zu den eigentlichen Enterocöliern zu rechnen; sie verharren grösstenteils noch auf der indifferenten Grenzregion zwischen diesen und den Schizocöliern, und ihre Vorfahren müssen noch viel deutlicher die charakteristischen Züge der Cölenteratenabstammung gezeigt haben. Auch diese Auffassung hat freilich ihre Beweise von künftigen Untersuchungen zu erwarten; namentlich wäre es von Interesse, eine Form zu finden, bei welcher die hypothetische dorsale Abschnürung vom Darmrohr noch dauernd ihren Zusammenhang mit dem letztern bewahrt hätte oder wenigstens auch ohne einziehbaren Rüssel schon in voller Ausbildung vorhanden wäre.

Es erscheint nicht geraten, hier auf die weiteren vergleichenden Betrachtungen einzugehen, welche Hubrecht über die merkwürdigen Ausstülpungen am vordersten Ende des Oesophagus der Nemertinenlarve anstellt, da es hier noch gar zu sehr an umfassenden und genauen Beobachtungen mangelt. Wir beschränken uns auf folgende Bemerkungen. Dieses eine Paar von Hypoblastsäcken schnürt sich bald vom Darme ab, dafür treten sie mit an den Seiten des Kopfes entstandenen Epiblasteinsenkungen in Zusammenhang und die so gebildeten »Kopfspalten« dienen dann (wie Verf. in einer früheren Arbeit zeigte) bei den Schizonemertinen zu einer Art Kopf- oder Gehirnatmung, bei den Hoplonemertinen wohl hauptsächlich als Riechorgane. Ganz ähnliche paarige Auswüchse des Vorderdarmes finden sich nun auch bei der Larve von *Balanoglossus*, wo sie das erste Paar der Kiemenspalten bilden, und bei *Amphioxus*, wo sie jedoch in Form und Ausbildung wesentlich von den übrigen Darmdivertikeln verschieden sind: die linkseitige Tasche soll durch eine bewimperte Öffnung nach aussen münden (Kowalevsky hält sie daher für ein besonderes Sinnesorgan der Larve), die rechtseitige eine epitheliale Auskleidung des präoralen Körperabschnitts liefern. Sind nun alle diese Gebilde einander homolog? Gehen sie gleich den Cölomsäcken aus Divertikeln des Urdarms hervor? Sollten weitere Forschungen diese Fragen bejahen lassen, so wäre damit eine fernere bedeutsame Parallele zwischen Nemertinen und Chordaten festgestellt.

Dass auch im Bau des Blutgefäss- und des Exkretionssystems mancherlei Übereinstimmungen bestehen, sei nur eben noch angedeutet. Auf jeden Fall wird man einräumen müssen, dass die Vergleichung der Hypophysis und Chorda mit dem Rüssel und der Rüsselscheide der Nemertinen bei näherem Zusehen und vor allem bei Berücksichtigung der abändernden Einflüsse, denen die beiderlei Gebilde ausgesetzt waren, viel von ihrem paradoxen Aussehen verliert und wohl beanspruchen darf, als höchst wertvoller Fingerzeig für weitere Forschungen beachtet zu werden.

2. Die Kegelrobbe (Halichoerus grypus Nilss.)

ist kürzlich von Prof. Nehring in Berlin in Hinsicht auf Schädel und Gebiss genauer untersucht worden. Dabei stellte sich heraus, dass die herkömmlichen Angaben über Zahl und Form der Backzähne mehrfacher Berich-

tigung bedürfen. Im Oberkiefer findet sich häufig (in mehr als 25 Prozent der beobachteten Fälle) hinter den gewöhnlichen 5 Backzähnen noch ein sechster, der allerdings stets kleiner ist und manchmal im Zahnfleisch stecken bleibt; und sämtliche Molaren beider Kiefer sind zumeist nicht einfach kegelförmig oder einspitzig, sondern zeigen eine grosse Neigung, vorn und hinten kleine Nebenkronen oder wenigstens Nebenzacken zu entwickeln. Auch hat nicht bloss der 5., sondern häufig auch der 4., selten der 3. zwei getrennte Wurzeln oder wenigstens, was selbst beim 2. und 6. vorkommt, eine zarte Längsfurche an der einfachen Wurzel als Andeutung einer ursprünglichen Zweiteilung. Durch alle diese Merkmale nähern sich die Kegelrobben den Ohrenrobben (*Otariidae*), von denen man sie bisher weit entfernte, um sie einfach der Familie der *Phocidae* einzureihen. Sie scheinen also vielmehr zwischen beiden Gruppen zu vermitteln, den Übergang von der einen zur andern herzustellen, weshalb es schwer hält, ihnen eine bestimmte Stellung im System anzuweisen, da sie doch auch nicht den Rang einer besondern Familie beanspruchen können. — Nach Nehring ergibt sich für die Pinnipedier überhaupt, wenn man hauptsächlich das Gebiss zu Grunde legt, folgende systematische Reihenfolge:

I. Fam. *Otariidae.*

1. Gattg. *Otaria* Gill. . . . $i\frac{3}{2}c\frac{1}{1}m\frac{6}{5}$
2. „ *Phocarctos* Peters. „ „ $\frac{6}{5}$
3. „ *Callorhinus* Gray . „ „ $\frac{(7)6(5)}{5}$
4. „ *Arctocephalus* F. Cuv. „ „ $\frac{6}{5}$
5. „ *Eumetopias* Gill. . „ „ $\frac{5(6)}{5}$
6. „ *Zalophus* Gill. . . „ „ $\frac{5(6)}{5}$

II. Fam. *Phocidae.*

1. Gattg. *Halichoerus* Nilsson $i\frac{3}{2}c\frac{1}{1}m\frac{5(6}{5}$
2. „ *Phoca* Linné . . „ „ $\frac{5}{5}$
3. „ *Stenorhynchus* F. Cuv. $\frac{2}{3}\frac{1}{1}\frac{5}{5}$
4. „ *Cystophora* Nilsson $\frac{2}{1}\frac{1}{1}\frac{5}{5}$

III. Fam. *Trichechidae.*

1. Gattg. *Trichechus* . $\frac{1}{0}.\frac{1}{1}.\frac{5}{5}$ oder $\frac{4(3)}{4(3)}$.

Diese Anordnung »hat den Vorzug, dass die Ohrenrobben, welche den carnivoren Landsäugetieren offenbar am nächsten stehen, sich unmittelbar an diese anschliessen, während die Elefantenrobben und die Walrosse zu den Proboscidien hinüberführen, welche ich zunächst auf die *Pinnipedia* folgen lassen würde.« (? Red.)

(Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde, Berlin 1883, Nr. 8.)

Botanik.

Die Wegsamkeit der Zellhäute

hat in jüngster Zeit eine grosse Anzahl von Forschern beschäftigt. Bis dahin hatte man der pflanzlichen Zellhaut unter allen Umständen eine vollkommene Kontinuität zugeschrieben, welche höchstens nachträglich durch Auflösung eng begrenzter Bezirke aufgehoben werden könne. Selbst angesichts der einfachen und gehöften Tüpfel hielt man an dieser Auffassung fest: obgleich die von beiden Seiten einander entgegenlaufenden Tüpfelkanäle stets genau auf entsprechende Stellen der dünnen Zwischenlamelle treffen und das ganze Bild den Eindruck macht, als ob diese

Kanäle jedenfalls einem lebhaften Stoffaustausch zwischen den Zellen zu dienen hätten, so blieb man doch dabei, dass alle festen Stoffe, an der Zwischenmembran angelangt, erst in Lösung übergeführt und so auf diosmotischem Wege durch jene hindurch befördert werden müssten — eine Ansicht, für die sich auch in der That zahlreiche Analogien beibringen lassen. Allein mit der Vervollkommnung der optischen und chemischen Untersuchungsmethoden mehrten sich die Stimmen, welche da und dort eine von anfang an bestehende offene Kommunikation durch allerdings äusserst feine Porenkanäle zwischen benachbarten Zellen bezeugten. Wir haben in der Besprechung des Buches von Prof. Strasburger »Über den Bau und das Wachstum der Zellhäute« (Kosmos XIII, 1883, S. 228) mit besonderem Nachdruck auf seine Mitteilungen über den eben erwähnten Punkt hingewiesen, die auf eigenen Beobachtungen und Schlüssen, sowie auf solchen von C. Frommann, Cornu, van Tieghem, Woronin, Tangl u. a. beruhen, und dabei die allgemeinere Bedeutung dieser Thatsachen für das Verständnis des gesamten pflanzlichen und tierischen Organismus hervorgehoben. Seit dem Erscheinen des Strasburgerschen Werkes hat Gardiner im Quart. Journ. of Micr. Science, Okt. 1882, einen ähnlichen Fall von unzweifelhafter Verbindung der Zellen durch feine Protoplasmafäden im Parenchym des Blattkissens von *Mimosa pudica* beschrieben und gleiches für einige andere Gebilde höchst wahrscheinlich gemacht.

Eine ausführliche Schilderung zahlreicher Befunde dieser Art gibt endlich F. O. Bower in derselben Zeitschrift, Jan. 1883. Er wendet zur Untersuchung hauptsächlich das Verfahren der »Plasmolyse« an, welches einfach darin besteht, dass vermittelst eines stärker oder schwächer wasserentziehenden Reagens, z. B. einer 1 bis 10% igen Kochsalzlösung, der protoplasmatische Wandbeleg der lebenden Zellen, der »Primordialschlauch« der früheren Autoren, zur Zusammenziehung gebracht wird, wobei dann solche von Zelle zu Zelle gehende Verbindungsstränge, falls sie wirklich vorhanden sind, als radiär von dem kontrahierten Plasmaballen ausstrahlende Fäden sichtbar werden müssen. Durch dasselbe Verfahren hatten auch schon Pringsheim (1854), Nägeli und Hofmeister Bilder bekommen, welche ihnen deutlich zeigten, dass der Primordialschlauch keineswegs überall gleich fest an der Zellwand anliegt oder anhaftet, sondern, auch nachdem er sich von dieser zurückgezogen hat, noch durch gröbere und feinere Fäden mit ihr verbunden bleibt; die bestimmte Angabe von H. de Vries jedoch (1877), dass solche Verbindungen nicht bestünden, lenkte die Aufmerksamkeit wieder von diesen Wahrnehmungen ab.

Bower untersuchte zunächst die Prothallien von *Nephrodium villosum* und *Aspidium Filix-mas*. Bei Anwendung einer 2 bis 5% igen Kochsalzlösung vollzieht sich die Sonderung des Plasmas von der Zellwand sehr langsam und regelmässig, so dass alle Phasen des Vorgangs leicht zu verfolgen sind. Derselbe beginnt an den Ecken der Zellen und führt erst nach längerer Zeit zur Bildung einer fast genau kugeligen Plasmamasse. Häufig ist in den ersten Stadien, selbst bei starker Vergrösserung, noch keine Spur einer Verbindung zwischen dieser und der Zellwand zu sehen;

in der Regel aber zeigt sich in dem freigewordenen Raum eine äusserst feine radiäre Streifung, in der einzelne Linien kaum zu erkennen sind. Nach einiger Zeit (etwa nach Verlauf einer Viertelstunde) werden in jedem Falle bestimmte Fädchen sichtbar, die ganz gerade und straff gespannt erscheinen; nur selten sind sie mit feinen knötchenartigen Verdickungen versehen. Später jedoch, während sie noch etwas dicker und deutlicher sichtbar werden, kann man sie rasche und mehr oder weniger unregelmässige schwingende Bewegungen ausführen sehen, ihre Länge muss also gleichzeitig zugenommen haben, so dass sie jetzt nicht mehr straff ausgespannt sind.

Was die Verteilung dieser Fädchen betrifft, so gehen sie allseitig in nahezu gleicher Menge vom Plasmakörper ab und treten daher nicht nur an die zwischen zwei Zellen befindlichen, sondern auch an die frei nach vorn, oben oder unten sehenden Zellwände heran. Poren konnten in allen diesen Wänden, da sie sehr dünn sind, nicht wahrgenommen werden, dagegen liess sich leicht konstatieren, dass die in zwei Nachbarzellen nach der Grenzwand zwischen ihnen verlaufenden Fäden häufig an genau einander gegenüberliegenden Stellen an diese herantreten, wenn auch für die Mehrzahl ein solches sich Begegnen nicht nachzuweisen war. — Am deutlichsten zeigten sich alle diese Erscheinungen in den Zellen von mittlerem Alter an der eigentlichen Prothalliummasse, weniger klar, aber immerhin ebenso unzweifelhaft in den jüngsten Zellen der Scheitelregion wie in den ältesten Zellen der Wurzelhaare.

Dass die beschriebenen Fäden aus lebendem Protoplasma bestehen, lässt sich kaum bezweifeln. Den Beweis dafür liefern weniger die Reaktionen, durch welche gewöhnliches Protoplasma sich charakterisiert, indem dieselben hier gar zu leicht ein Absterben und Zerreissen der zarten Gebilde verursachen, als das weitere Verhalten der letzteren bei ungestörtem Fortgang der Kontraktion des Protoplasmas. Die Fäden nehmen, wie bereits erwähnt, mit der Zeit etwas an Dicke zu. Dies beruht zum Teil auf der Zufuhr neuer Substanz vom zentralen Plasmakörper aus, was sich deutlich zeigt, wenn man z. B. die oben erwähnten knötchenartigen Verdickungen längere Zeit genau beobachtet: dieselben rücken stets, allerdings sehr langsam, in zentrifugaler Richtung weiter und befördern so neues Material nach dem peripherischen Ende der Fäden. Auf den gleichen Vorgang deuten auch das allmähliche Schlafferwerden der Fäden und ihr Hin- und Herschwingen hin. Gleichzeitig aber scheint auch ein seitliches Zusammenfliessen der Fäden stattzufinden, wenn man wenigstens das in den späteren Stadien nicht seltene Vorkommen von gegen die Zellwand hin ein- bis mehrfach sich verzweigenden Fäden so auffassen darf. Vielleicht ist diese Erscheinung noch einfacher so zu deuten, dass zwei oder mehrere, ursprünglich getrennte, aber nahe beisammen am Plasmakörper entspringende Fäden sich verkürzt bez. aus dem letzteren neue Zufuhr erhalten haben, wobei sich aus demselben ein gemeinsamer Strang erhob, an welchem sie nun als Zweige erscheinen.

Beim allmählichen Absterben des Plasmas, das wir hier nur kurz berühren, beginnen die Fäden klebrig und schlaff zu werden und zu

zerreissen; dabei führen ihre freigewordenen Enden oft unregelmässige Bewegungen aus, während sie sich nach dem Plasmakörper wie nach der Zellwand hin langsam zusammenziehen.

Nach derselben Methode wurden sodann noch Teile verschiedener anderer Pflanzen untersucht, so junge Blütenstiele von *Cephalaria leucantha* und *rigida*, das Fleisch der Runkelrübe und eines reifen Apfels, Blätter von *Vallisneria spiralis*, besonders auch die Diaphragmen der Intercellularräume in den Blattstielen von Wasserpflanzen, wie *Limnocharis* sp., *Aponogeton distachyon*, *Alisma Plantago*, *Pontederia (Eichhornia) coerulea* u. s. w.; stets wiederholte sich mit geringen Abänderungen das oben geschilderte Bild. Ausserdem prüfte Bower auch seinerseits das Verhalten getüpfelter Zellen, an denen Gardiner die Kontinuität des Protoplasmas durch die Tüpfel hindurch nachgewiesen hatte. Auch hier jedoch fand Verfasser eine allseitig (auch nach den freien, der Tüpfel entbehrenden Zellwänden hin) gleich starke Entwickelung der feinen Protoplasmafäden, und beim allmählichen Zusammenfliessen derselben zeigten sich die Wandstellen zwischen den Tüpfeln ebenso reichlich mit solchen besetzt wie die Tüpfel selbst.

Aus diesen Beobachtungen, welche sich auf Vertreter der verschiedensten Pflanzengruppen erstrecken, geht also wohl mit Sicherheit hervor, dass der Zusammenhang zwischen Protoplasma und Zellwand in der lebenden Zelle ein viel innigerer und gleichmässigerer ist, als man bisher gewöhnlich annahm. Die Cellulosewand erscheint im Lichte derselben nicht mehr bloss als totes Ausscheidungsprodukt des aktiven Inhalts, sondern als integrierender, überall in lebhafter Wechselwirkung mit demselben stehender Teil des Ganzen. Welch' grosse Bedeutung diesen Versuchen, das Verhältnis zwischen Zellwand und Protoplasma aufzuklären, innewohnt, ist namentlich im Hinblick auf Strasburgers Darstellung vom Aufbau der Zellhaut aus aufgelagerten und verschmolzenen »Mikrosomen« klar genug. Der eigentliche Kern der Frage bleibt freilich, wie Verfasser selbst hervorhebt, noch dunkel und kann auch nicht durch plasmolytische Beobachtungen aufgehellt werden, das Problem nämlich, ob die Mikrosomen zu einer kontinuierlichen, porenlosen Masse verschmelzen, indem das sie verkittende Protoplasma dabei selbst in festen Zustand übergeht, oder ob letzteres sich als lebendige Zwischensubstanz forterhält, welche denn also ein äusserst feines Maschenwerk zartester Fädchen durch die ganze Zellwand hindurch darstellen würde und wohl im stande sein dürfte, eine Kommunikation von einer Zelle zur andern zu vermitteln, ja sogar in der Zellwand selbst Um- und Weiterbildungen hervorzurufen. Von diesem letzteren Standpunkt aus würde, wie leicht einzusehen, die Intussusceptionslehre in allerdings bedeutend eingeschränktem Sinne wieder in ihr Recht eingesetzt werden können, und es lässt sich nicht in Abrede stellen, dass die oben berichteten Angaben Bowers wesentlich zu gunsten einer solchen Auffassung sprechen.

Dieser Punkt gibt uns den Anlass, hier noch kurz einer Reihe von Beobachtungen über den Bau der pflanzlichen Zellhaut zu gedenken, welche Dr. L. Elsberg aus New-York in demselben Hefte des Quart. Journ. of Micr. Science veröffentlicht hat. Dieselben haben uns offen

gestanden keinen sehr vertrauenswürdigen Eindruck gemacht, besonders weil ihre Resultate sich vorzugsweise auf die Anwendung desjenigen Reagens stützen, das am allerhäufigsten trügerische mikroskopische Bilder liefert und in der Histologie, namentlich früher, viel Unheil angerichtet hat, des Silbernitrats nämlich. Er bildet u. a. einen Schnitt durch den Blattstiel von *Ficus elastica* ab, der allerdings in der Dicke der Zellwände, deren Substanz tiefbraun gefärbt ist, ein wunderschönes unregelmässiges Netz von weissen Linien zeigt, Kanäle andeutend, welche gegen das Lumen der Zelle hin offen zu sein scheinen und mit einer ähnlich beschaffenen intercellularen Masse (der »Mittellamelle« der Autoren entsprechend) zusammenhängt. Diese sowohl als der Inhalt des Maschenwerkes in der Zellwand wird von Elsberg als »Bioplasson«, wie er das Protoplasma nennt, in Anspruch genommen und mit ähnlichen gleichfalls von ihm entdeckten Erscheinungen in der Kittsubstanz tierischer Epithelien oder den schon länger bekannten feinen verzweigten Kanälen im hyalinen Knorpel verglichen. Wenn wir auch wie gesagt einige Zweifel an der Zuverlässigkeit dieser Darstellung hegen zu müssen glauben, so wollen wir doch nicht verfehlen, unsere Leser auf die merkwürdige Übereinstimmung der hier geschilderten Wahrnehmungen mit dem, was die Ergebnisse Bowers und im Grunde auch diejenigen Strasburgers als notwendige Ergänzung fordern, aufmerksam zu machen.

Chemie.

Über den Ursprung des auf der Erde vorhandenen gebundenen Stickstoffs.

Bekanntlich vermag der Stickstoff infolge seiner chemischen Indifferenz nur mit einer geringen Anzahl anderer Elemente direkt eine chemische Verbindung einzugehen, und es zeigen die meisten der auf indirektem Wege erhaltenen stickstoffhaltigen Körper, sowohl anorganischer als organischer Natur, nicht nur im allgemeinen eine geringe Stabilität, sondern sie haben auch eine ausgesprochene Neigung, gerade unter Abscheidung elementaren Stickstoffes zu zerfallen. Aus den stickstoffhaltigen Explosivstoffen*, aus den Diazoverbindungen und den meisten organischen Nitroverbindungen wird der Stickstoff unter explosionsartiger Zersetzung der Substanz mitunter schon durch Stoss oder Druck, auf jeden Fall beim Erhitzen frei gemacht. Salpetrigsaures Ammon zerfällt bereits beim Erhitzen in wässeriger Lösung in freien Stickstoff und Wasser:

$$NH_4NO_2 = N_2 + 2H_2O.$$

Bei der Einwirkung von salpetriger Säure auf Monamine der Fettreihe, wobei wir die Bildung von organisch substituierten Ammonnitriten zu erwarten hätten, z. B. entsprechend der Gleichung:

$$NH_2C_2H_5 + HNO_2 = NH_3 . C_2H_5 . NO_2$$

* Nach Versuchen bilden sich beim Abbrennen von 100 ko Pulver ca. 8,9 ko Stickstoffgas.

erhalten wir statt deren neben Alkoholbildung lebhafte Stickstoffentwickelung und werden dabei belehrt, dass jene vorausgesehenen Körper bei gewöhnlichen Verhältnissen bereits nicht existenzfähig sind, sondern im Sinne folgender Gleichung zerfallen:

$$NH_3 \,.\, C_2H_5 \,.\, NO_2 = C_2H_5OH + N_2 + H_2O.$$

Ähnliche Prozesse, wenn auch nicht mit derselben Ausgiebigkeit an elementarem Stickstoff wie in den vorgenannten Fällen, spielen sich auch von selbst in der Natur ab, und wir erhalten bei der Fäulnis[1] stickstoffhaltiger Körper immer einen geringen Teil, bei der Verbrennung derselben aber den bei weitem grössten Teil des gebundenen Stickstoffs in den freien Zustand übergeführt.

Nachdem Dietzell[2] das Auftreten freier salpetriger Säure beim Fäulnisprozesse nachgewiesen, dürfte übrigens für die gleichzeitige Entbindung freien Stickstoffs die Ursache zunächst wohl wiederum in der Unbeständigkeit des salpetrigsauren Ammons und in der Nichtexistenzfähigkeit organisch substituierter Ammoniumnitrite zu suchen sein.

Da ferner alle unsere Brennmaterialien immerhin nicht unbeträchtliche Mengen stickstoffhaltiger Substanzen enthalten, haben wir in den Verbrennungsprozessen jedenfalls die bedeutendste Quelle des Verlustes von auf der Erde befindlichem gebundenem Stickstoff; und wenn es bei allen diesen Zersetzungen durch Fäulnis oder Verbrennung zunächst auch nur geringe Mengen Stickstoff sind, die sich in jedem einzelnen Falle im freien Zustande abscheiden, so werden doch schliesslich ganz bedeutende Quantitäten desselben frei gemacht, indem sich jene Prozesse fort und fort und überall auf der Erde vollziehen.

Behufs Ausgleiches dieser Verluste an gebundenem Stickstoff wird nun aber auch durch verschiedene in der Natur sich abspielende Prozesse freier Stickstoff aus der Luft in den gebundenen Zustand übergeführt. Durch elektrische Entladungen wird aus Stickstoff, Sauerstoff und Wasserdampf der Atmosphäre Salpetersäure, resp. salpetersaures Ammon[3] gebildet.

Kolbe[4] fand, dass salpetrige Säure entsteht, wenn man eine Wasserstoffflamme in dem offenen Halse eines mit Sauerstoff gefüllten Kolbens brennen lässt. Beim Verbrennen von Wasserstoff in einer Atmosphäre von Sauerstoff und Stickstoff erhielten Th. Saussure, Berzelius und Bunsen[5] salpetersaures Ammon. Bence Jones[6] beobachtete das Auftreten von Salpetersäure und Böttcher[7] das von salpetriger Säure beim Verbrennen von Weingeist, Kohle, Wachs, Leuchtgas und anderen organischen

[1] Jules Reiset, Compt. rend. 42, 53. — Lawes u. Gilbert, Philosoph. Transact. 1861, Part II, 497. — J. König, Chem. u. techn. Untersuchungen der landwirtsch. Versuchsstation Münster i. W. in den Jahren 1871—1877, S. 215.

[2] Dietzell, Ber. der deutschen chem. Gesellsch. zu Berlin 15, 551.

[3] Die stellenweise starke Salpeterbildung in den Tropen erklärt sich dann aus der reichlicheren Bildung der Salpetersäure infolge der daselbst stärkeren und häufigeren elektrischen Entladungen.

[4] Ann. Chem. Pharm. 119, 176.

[5] Gmelin-Krauts Handb. der Chemie. Bd. I, 2. Abt. S. 470.

[6] Philos. Transact. 1851. 3. 299.

[7] Journ. f. prakt. Chem. 85, 396.

Stoffen an der Luft. A. W. Hofmann[1] erhielt beim Verbrennen des Wasserstoffs auf Kosten des Sauerstoffs der Luft in 30 g gebildeten Wassers soviel Salpetersäure, dass sich nach Neutralisation des Wassers mit Ammoniak und Eindampfen deutliche Krystalle von salpetersaurem Ammon abschieden. Auch sollen sich nach Versuchen verschiedener Chemiker bei der Oxydation von Blei und Eisen an feuchter Luft stets geringe Mengen von Ammoniak bilden, entsprechend der Gleichung[2]:

$$Fe_2 + 3H_2O + N_2 = Fe_2O_3 + 2NH_3.$$

Alle diese synthetischen Prozesse, von denen der zuerst aufgeführte der wichtigste und quantitativ ergiebigste ist, vollziehen sich unaufhörlich in der Atmosphäre. Die gebildete Salpetersäure sowie das Ammoniak werden von dem Wasser aufgenommen und dem Boden zugeführt, um den Pflanzen zunächst als Nährstoffe zu dienen und von denselben zu komplizierteren organischen Verbindungen verarbeitet zu werden.

Welcher von den beiden Prozessen — Überführung des freien Stickstoffs in den gebundenen Zustand und Zurückführung des gebundenen Stickstoffs in den elementaren Zustand — überwiegt, dürfte sich wohl, solange noch keine einzige direkte Beobachtung aus tropischen Gegenden vorliegt, welche uns die Menge der dort durch die Regenwässer hinzugeführten Salpetersäure resp. Ammonnitrat[3] angibt, nicht so ohne weiteres entscheiden lassen. A. Müntz und E. Aubain[4], welche diese Frage neuerdings wieder diskutierten, sind allerdings der Ansicht, dass, wenn nirgends auf der Erdoberfläche die Mengen des durch die Elektrizität in Verbindung tretenden Stickstoffs beträchtlich grösser seien als etwa in Mitteleuropa, durch dieselben der Verlust an gebundenem Stickstoff bei der Verbrennung, Fäulnis u. s. w. nicht wohl gedeckt werden könne. Sie nehmen deshalb auch nicht an, dass die Hauptmasse der vorhandenen Stickstoffverbindungen durch Vermittelung der Elektrizität aus freiem Stickstoff entstanden sei, sondern meinen, dass der bei weitem grösste Teil des gebundenen Stickstoffs entsprechend den oben erwähnten Beobachtungen von Kolbe, Saussure, Berzelius, Bunsen, A. W. Hofmann und anderen bei der Verbrennung der Elemente in einer früheren Erdbildungsperiode zu Salpetersäure oxydiert worden sei. Sie selbst beobachteten bei der Verbrennung von 1 g Wasserstoff die Bildung von 0,001 g Salpetersäure und erhielten bei der Verbrennung von 1 g Magnesium sogar 0,1 g Salpetersäure. Vor dem Auftreten der Vegetation auf der Erdoberfläche müsste es demnach einen beträchtlichen Vorrat an salpetersauren Verbindungen gegeben

[1] Ber. der deutschen chem. Gesellsch. 1870, 363.

[2] Über die Einwirkung des Lichtes auf Wasser. Von Arm. Müller, Zürich 1874.

[3] Nach vielen Bestimmungen des Gehaltes von Regenwässern an Salpetersäure und Ammoniak kann man annehmen, dass in unseren Breitegraden durch Regen und Schnee einem Hektar pro Jahr

etwa 1,5 ko Stickstoff in Form von Salpetersäure
und 3 „ „ „ „ „ Ammoniak

zugeführt werden (J. König, Chem.-techn. Unters. d. landw. Versuchsst. Münster in den Jahren 1871—1877, S. 210).

[4] Compt. rend. 97, 240; im Auszuge Ber. d. deutschen chem. Gesellsch. zu Berlin 16. 2489.

haben, welcher aber allmählich aufgezehrt werden dürfte, wenn die Elektrizität nicht hinreichend Ersatz zu schaffen im stande ist.

Chemnitz. Dr. A. Goldberg.

Wissenschaftliche Reisen.

Die Expedition des „Talisman".

Die überraschenden Resultate der Challengerexpedition wie die Ergebnisse der Tiefseeforschungen des Travailleur waren die Veranlassung, dass vom französischen Marine- und Unterrichtsministerium und von der Akademie der Wissenschaften der Schraubendampfer »Talisman« für eine dreimonatliche zoologische Expedition ausgerüstet wurde. Es galt vor allem die faunistischen Verhältnisse längs der Westküste Afrikas bis zum Senegal zu erforschen. In zweiter Linie hatte die Expedition die Meeresfauna um die Kapverdischen und Kanarischen Inseln und um die Azoren zu untersuchen. Endlich sollten die immer noch zweifelhaften Verhältnisse des Sargassomeeres genauester Prüfung unterzogen werden.

Folgende faunistische Resultate ergab die Erforschung des Meeres westlich von Marokko und der Sahara: In einer Tiefe von 500 bis 600 m leben zahlreiche Fische aus der Familie der *Macrurida* Günth., *Pleuronectida* C. und *Bercyda* G., und zwar sind hauptsächlich die Genera *Macrurus, Malacocephalus, Pleuronectes* und *Hoplostetus* vertreten. In ihrer Gesellschaft leben Garneelen aus den Geschlechtern der Pandalen, Penaeen, Pasiphaeen. Dazu kommen einige kleine Krabben (*Oxyrhyncha*, *Portunus* u. s. f.). Rosenrote Holothurien gesellen sich bei, ferner *Echinoidea*, darunter einige seltene Exemplare der *Calveria*, jenes früher nur im fossilen Zustand bekannten Tiefseetieres. Auch Schwämme, zum Teil von bedeutenden Dimensionen, bewohnen diese Tiefen.

In grösseren Tiefen, gegen 1000—1800 m, sind die Fische in reichlicherer Menge vorhanden. Ausser *Macrurus* und *Malacocephalus* sind vor allem die nachfolgenden Gattungen vertreten: *Bathynectes, Coryphonoides, Bathygadus, Argyropelecus, Chauliodus, Bathypterois, Stomias, Malacosteus, Alepocephalus.* Im allgemeinen sind diese Tiefseebewohner durch matte Farben ausgezeichnet. Ihr Fleisch ist gelatinös, ihre Haut von einer dicken Schleimschicht überzogen. Mehrere sind mit phosphoreszierenden Flecken versehen. Perrier äussert sich über diese merkwürdigen Verhältnisse ausführlicher.

Die natürliche Phosphoreszenz, schreibt er, hatten wir mehrmals zu beobachten Gelegenheit. Besonders majestätisch war das Schauspiel in der Nacht vom 14. auf den 15. Juli. Doch auch die folgenden Tage zeigten sich an den Seiten des Schiffes und in seiner Furche grosse Feuerkugeln. Das Schiff durchschnitt eine Medusenbank. Am 28. Juli nahm die Phosphoreszenz einen neuen Charakter an. Rings um das Schiff schienen Sterne im Meer ausgesät. Augenscheinlich haben wir es nicht

mehr mit Noctiluciden oder Medusen zu thun. Oft schon habe ich gehört, dass die Augen von Tieren aus grossen Tiefen leuchtend seien. Es schien mir, ich muss es gestehen, ganz paradox. Sehen wir doch bei den gewöhnlichen Tieren die minutiösesten Einrichtungen getroffen, deren Bestimmung ist, eine Erhellung des Auges zu verhindern. Die schwarze Pigmentschicht absorbiert das Licht, welches die Retina der Wirbeltiere durchdringt. Das Tapetum, welches man bei vielen Säugetieren trifft, reflektiert das Licht, welches auf die Retina fällt, gegen die Pupille, und beugt so der Diffusion desselben im Augapfel vor, verhindert so dessen Erhellung. Wie sollte also das Auge, das derart gegen eine innere Beleuchtung geschützt ist, selbst zur Lichtquelle werden? Wir erfuhren es an diesem Tage. Das Meer enthält eine unendliche Zahl *Mysis*-Larven. Die Sterne, welche wir wahrnahmen, sind nichts anderes als die Augen dieser Larven. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass diese Augen den gewöhnlichen Bau hatten. Jedes von ihnen war aber in eine leuchtende Kalotte eingesenkt und nur diese phosphoreszierte. Das Sehen selbst wurde durch sie in keiner Weise beeinträchtigt, weil sie ganz ausserhalb des Auges war. Übrigens gibt es zahlreiche Fische und einige Krustaceen, wo die Phosphoreszenz auf Spezialorgane beschränkt ist. Bald sind es wie bei *Astronesthes* grosse Flecken von bleichgrüner Farbe, die hinter den Augen gelegen sind; bald wieder wie bei *Malacocephalus*, *Scopelius*, gewissen *Chauliodus*-Arten Organe, welche paarweise seitlich gelagerten Augen ähnlich sehen. Es ist dies übrigens eine einfache Lokalisation einer sehr verbreiteten Eigenschaft der Gewebe gewisser Seetiere, deren Bestimmung ist, die Finsternis, in der sie leben, zu erhellen*.

Folgen wir wieder dem Berichte Milne-Edwards. Die Krustaceen waren in diesen beträchtlichen Tiefen reichlich vertreten. Neben bekannten Formen wurde auch eine Reihe neuer Gattungen und Arten entdeckt, so gewaltige Garneelen mit rotem Blut und unverhältnismässig langen Antennen. Blinde Krebse von schön roter Farbe finden sich reichlich in diesen Tiefen, Tiere von sehr weiter Verbreitung. Die blinden Polychelen, welche in der lebenden Fauna die Stelle der jurassischen Eryonen einnehmen, verbergen sich im Schlamm. Nur ihre langen gekrümmten Scheren, mit welchen sie ihre Beute festhalten, ragen aus dem Schlamm hervor. Auch Krabben leben in dieser Tiefe. Auch aus dieser Ordnung wurde eine Reihe neuer Arten bekannt. Vor allem entdeckte man Lithodinen, die bisher nur aus australischen und nördlichen Meeren bekannt waren. Zahlreiche zu der Familie der *Galatheida* Latr. gehörige Arten vervollständigen diese Tiefseefauna. Mehrere unter ihnen sind dadurch charakterisiert, dass ihre Augen in Dornen umgewandelt sind. Die Schwämme sind sehr gemein und die Mehrzahl gehört zu den Kieselschwämmen. In reichem Masse wurden *Rosella* und *Holtenia* in mehreren Arten gefischt. Die schon in geringeren Tiefen vorkommende Seeigelgattung *Calveria* tritt reichlicher auf, die Holothurien kriechen zwischen Asterien, Ophiuren und Brisingiden auf dem Boden umher. So reichlich füllten sich oft die Netze, dass ein Tag nicht hinreichte, das Material einzuordnen.

* Vgl. hierzu Kosmos IX, 433: Dr. E. Krause, die „augenähnlichen" Organe der Fische etc.

In einer Tiefe von 2000—2800 m zwischen dem Kap Gir und Kap Nun fand man wieder den im vorigen Jahr vom Travailleur entdeckten Fisch *Eurypharynx pelecanoides*. Vor allem wurde der Fischfang durch eine reiche Ausbeute prächtiger Schwämme belohnt. Sie gehören in die Nähe der bekannten *Euplectella superba*. Grosse violette Holothurien aus der Gattung *Benthodytes* und eine Reihe durch ihre Dorsalanhänge charakterisierter Arten derselben Gattung fanden sich hier. Eine neue *Calveria* und *Brisinga*, Korallen von seltener Schönheit (*Flabellum*, *Stephanotrochus*), neue Arten der Gattungen *Democrinus* und *Bathycrinus*, zahlreiche, fast durchweg neue Krustaceen der Familie *Calatheida* vervollständigen die Fauna der wirbellosen Tiere. Die Fische fielen im allgemeinen durch ihre verschiedenartigen Formen auf und waren zum Teil wieder durch das Vorhandensein phosphoreszierender Scheiben ausgezeichnet.

Zwischen Senegal und den Kapverdischen Inseln ergaben die Lotungen eine Tiefe von 3200—3655 m. Die meisten der bereits genannten Gattungen und Arten fanden sich auch in diesen Tiefen wieder. Dazu kamen allerdings auch zahlreiche neue Gattungen und Arten (Krustaceen, Mollusken, Zoophyten und Schwämme).

Von erstaunlichem Reichtum ist die Tiefe des die Kapverdischen Inseln umspülenden Meeres. In einem einzigen Zug, schreibt Milne-Edwards, fingen wir über tausend Fische, welche zum grössten Teil der Gattung *Melanocephalus* angehörten, mehr als 1000 Pandalen, 500 Garneelen einer neuen Art.

Am 30. Juli richtete der »Talisman« seinen Lauf gegen das vielgenannte Sargassomeer. Wir folgen dem Berichte Perriers. Zwanzig Tage hielten wir uns im Sargassomeer auf und wir müssen der Wahrheit gemäss erklären, dass wir nie, durchaus nie die geringste Unregelmässigkeit im Gang der Schraube unseres Schiffes wahrnehmen konnten. Zahlreiche Orte passierten wir, wo auf den Karten »viel Sargassum« verzeichnet war. Wir sahen auch viel, aber immer nur isolierte sphärische Büschel ungefähr von der Grösse eines Elsternestes. Nicht dass sie einen zusammenhängenden Teppich gebildet hätten. Sie lagen meist etwa einen Meter weit auseinander. Nur selten waren diese Büschel so nahe an einander, dass sie einem Streifen von einigen Quadratmetern Oberfläche glichen. Bei der geringsten Bewegung des Wassers fuhr das Ganze in einzelne Büschel auseinander. Dass diese kleinen Bänke jedoch nur Ausnahmen sind, lässt sich aus dem Instinkt der Tiere schliessen, welche die Sargassumbündel bewohnen. Ein Fisch, *Antennarius pictus*, laicht auf diesen Büscheln. Er beginnt damit, die Büschel mit grosser Sorgfalt zu Bündeln zu vereinigen, eine Vorsichtsmassregel, die höchst überflüssig wäre, wenn das Tier gewöhnlich weit ausgedehnte genügend fest vereinigte Sargassumrasen zu seiner Verfügung hätte. Ein anderer Fisch verbarg sich unter den Sargassumbüscheln. Wie unser Fischerboot sich näherte, floh er. Er ging aber nicht weit, zögerte auch keinen Moment, welche Richtung er wohl einschlagen sollte. Geschickt flüchtete er unter ein anderes Sargassumbündel, hielt aber auch sofort unter dem ersten, welches er erreichte, in aller Ruhe sich verborgen. Offenbar war

das Tier mit diesem Manöver, gleichsam einer stossweisen Flucht, wohl vertraut. Mit solcher Sicherheit hätte es dasselbe kaum ausführen können, wenn es gewohnt wäre, inmitten einer nur einigermassen ausgedehnten Sargassumbank zu leben. — Vielleicht dass die in diesen Gegenden nicht seltenen Cyklonen zufällig Sargassumbüschel in hinlänglicher Zahl so mit einander vereinen, dass sie auf weite Strecken hin mit einander in Berührung stehen. Doch das ist zweifellos nur eine Ausnahme und die in unseren Geographiebüchern behauptete Existenz ungeheurer schwimmender Algenwiesen in den tropischen Gegenden darf füglich ins Reich der Fabeln verwiesen werden.

So bestätigen also diese neuesten Forschungen durchaus die von Kuntze in Englers bot. Jahrbüchern aufgestellte Ansicht. Indem Perrier den Ursprung dieser Sargassumbüschel zu erklären sucht, verteidigt er aber eine Ansicht, welche Kuntze an demselben Ort als unhaltbar erwies.

Die Sonde zeigt im Sargassomeer eine Tiefe von vier, fünf bis sechstausend Meter. Vegetabilische Gebilde werden in diesen Tiefen keine getroffen. Das *Sargassum* kann also nicht vom Meeresgrund aus an die Oberfläche aufsteigen. Zudem sind zahlreiche Luftblasen an der Pflanze wahrzunehmen. Natürlich müssten diese zerspringen, wenn das *Sargassum* aus grossen Tiefen aufstiege. Das nächstliegende Festland zeigt an seinen Küsten nirgends (?) solche Mengen von *Sargassum*, dass diese zahlreichen Büschel sich als losgerissene Überreste des die Küsten bewohnenden *Sargassum* auffassen liessen. Überdies sind diese Algen in voller Vegetation. Ihre Frische ist bemerkenswert und die fast genau sphärische Form jedes Büschels beweist, dass es in einem Medium wuchs, in welchem es allseitig sich gleich ausdehnen konnte, wo es vom Boden durchaus unabhängig war. Es scheint klar zu sein, dass jedes Büschel von einem losgerissenen Spross eines andern Büschels stammt, so dass also diese Alge durch eigentliche Ableger sich vermehrt. Die Gesamtheit aller dieser Sargassumbüschel lässt sich also als ein gewaltiges Individuum auffassen. Übrigens ist noch zu bemerken, dass bis jetzt niemand an den schwimmenden *Sargassum* wohlentwickelte Reproduktionsorgane ähnlich wie an den anderen *Fucus*-Arten nachweisen konnte. Nichts steht jedoch der Annahme entgegen, dass die ersten *Fucus*-Sprosse, welche durch die Äquatorialströme in diese Region der Kalmen gelangten, von einer der Sargassumarten herstammten, welche an der amerikanischen Küste wachsen. Für die meisten der jetzigen schwimmenden *Sargassum* kann aber dieser Ursprung nicht angenommen werden. Wir halten dafür, dass, wenn von den vielen Forschern, welche diesen schwimmenden Algen ihre Aufmerksamkeit zugewandt haben, noch kein einziger den Teilungsprozess, die Sprossung oder die Vermehrung durch Ableger wirklich beobachtete, wenn immer nur das unvermeidliche »es scheint« die bezüglichen Ansichten einleiten kann, die gemutmasste ungeschlechtliche Vermehrung gar nicht existiert. Trotz Perriers Auseinandersetzungen halten wir die Annahme Kuntzes für ungleich wahrscheinlicher.

Von geologischem Interesse sind die Forschungen über die Natur des Grundes des Sargassomeeres. Überall sonst wies die Sonde auf

schlammigen Grund hin. Hier trat der Schlamm sehr zurück. Dagegen fand man Lavatrümmer und Bimsstein. Man muss also die Kanarischen Inseln, ebenso die Kapverdischen und die Azoren als die höchsten Gipfel einer weitausgedehnten vulkanischen Gegend auffassen. Zahlreich und jungen Datums dürften die submarinen Eruptionen sein, denn nur so begreifen wir die weite Ausdehnung der Lava und dass sie nicht von einer Schlammschicht bedeckt ist.

Was nun die Fauna betrifft, so ist eine reiche pelagische Bevölkerung im Sargassomeer zu treffen, eine Tierwelt, deren Farben merkwürdig mit denen der Algen, die ihr als Zufluchtsstätte dienen, harmonieren. Die Tiefseefauna ist arm. Sie besteht aus seltenen Fischen, einigen Krustaceen, z. B. Paguren, welche auf Epizoanthenkolonien wohnen, und Garneelen, einigen seltenen Weichtieren *(Fusus, Pleurotoma* und *Leda).*

Gegen Norden steigt der Boden aus den gewaltigen Tiefen (Maximaltiefe 6267 m) wieder zu mässigeren an und in demselben Grade wird auch die Ausbeute wieder eine bessere. Aus diesen Gegenden stammt eine *Gnathophausia* aus der Familie der *Schizopoda,* ein Riese seines Geschlechtes (0,25 m lang).

Auf der Rückreise des Talisman wurde noch eine grössere Zahl von bisher unbekannten *Pagurus-* und *Galathea*-Arten entdeckt, Formen, die in einer Tiefe von 4000—5000 m leben. Vor allem aber wird diese Tiefseefauna durch die grosse Mannigfaltigkeit und Individuenzahl von Holothurien charakterisiert.

Schon aus diesen kurzen Notizen ersehen wir, dass der Zoologe die Ergebnisse der Talismanexpedition sehr begrüssen darf. Stehen sie auch naturgemäss hinter denen der Challengerexpedition zurück, so sind sie doch im Vergleich zur angewandten Zeit nicht minder reichlich zu nennen*. R. K.

---

* Vorstehender Bericht ist zum Teil eine wörtliche Wiedergabe eines Vortrages von E. Perrier und eines vorläufigen Berichtes an die Akademie der Wissenschaften von A. Milne-Edwards. Vergl. Revue scientifique vom 15. u. 22. Dez. 1883.

Litteratur und Kritik.

Elemente der Geologie von Dr. H. Credner. Leipzig 1883.

Dieses vortreffliche Werk, das soeben in fünfter neubearbeiteter Auflage erschienen ist, verdient auch an dieser Stelle eine Erwähnung, da es, entgegengesetzt anderen Arbeiten gleicher Art, auf die Entwickelungslehre Rücksicht nimmt.

So stellt der Verf. als Entwickelungsgesetz der Erde hin: »Die jeweilige Erscheinungsweise unseres Planeten ist das Gesamtresultat aller früheren Einzelvorgänge auf demselben, — deshalb nimmt die Mannigfaltigkeit in der Gliederung der Erdoberfläche zu, je länger sich die verschiedenartigen Einwirkungen auf diese letztere bethätigen konnten. Zugleich aber eröffnet diese allmähliche Summierung der Einzelvorgänge und ihrer Resultate bis dahin schlummernden Naturkräften ein Feld für ihre Thätigkeit und bringt dadurch grössere Mannigfaltigkeit in die umgestaltenden Ursachen.« An einem Beispiele wird dasselbe eingehend erläutert und darauf betont, dass es »in einem gewissen Zusammenhange mit den Resultaten der gesamten morphologischen Wissenschaften und der Entwickelungsgeschichte der tierischen und pflanzlichen Einzelwesen stehe. Hierauf bietet der Verf. in knapper Form die Grundzüge der Transmutations- und Deszendenztheorie Darwins, von der er sagt, dass die Geologie sie im »allgemeinen« bestätige, wenn auch nicht im entferntesten im stande sei, die »zahllosen Übergangsformen und Verbindungsglieder zwischen den Tier- und Pflanzengruppen weder der aufeinanderfolgenden Perioden, noch ein und desselben Zeitalters nachzuweisen«, »da uns nur ein ausserordentlich kleiner Bruchteil der früheren Tier- und Pflanzenwelten überliefert worden und von diesen Resten nur ein verschwindend kleiner Teil zu unserer Kenntnis gekommen« sei. Weiterhin tritt er auf Grund der durch die Oszillationen der Erdoberfläche bedingten Wanderungen der Faunen der Ansicht entgegen, dass die Verbindungsglieder einer Tierform und ihrer Urahnen in vertikaler Richtung zu suchen seien; er hält es, und jedenfalls mit Recht, für richtiger, dies »in einer flach in die Tiefe geneigten, der Unregelmässigkeit der Oszillationen wegen vielleicht flach zickzackartig gebrochenen Linie« zu thun. Er bekennt sich somit als Anhänger der von Barrande zuerst aufgestellten Lehre von den Kolonien. Als wesentliche Stützpunkte der Darwinschen Theorie gelten ihm die Kollektivtypen. In der Einleitung finden wir übrigens noch folgende Stelle: »Die Paläontologie hat

durch überraschende Funde nicht nur auf ausländischem, sondern auch auf deutschem Boden das Gesetz von der einheitlichen Entwickelung der Tier- und Pflanzenwelt gekräftigt.«

Dresden. H. Engelhardt.

Spezielle Physiologie des Embryo. Untersuchungen über die Lebenserscheinungen vor der Geburt, von W. Preyer, o. ö. Prof. Erste Lieferung, mit 3 Tafeln und Holzschn. im Text. Leipzig, Th. Griebens Verlag, 1883. 160 S. 8^0.

Während die »Allgemeine Physiologie« desselben Autors, die wir vor kurzem hier besprachen, darauf ausgeht, die Einheit des Lebens in grossen Zügen darzustellen, die Gesetze alles organischen Daseins soweit möglich zu formulieren und die Grenzen ihrer Wirksamkeit abzustecken, hat der Verfasser mit diesem Werke eine nicht minder selbständige und neue Bahn eröffnet, indem er das weite Gebiet der embryologischen Physiologie, bisher geradezu eine terra incognita, zum erstenmal gründlich zu bebauen unternimmt. Wer seinen Arbeiten seit längerer Zeit gefolgt ist, der weiss, dass er schon viele Jahre hindurch dem wichtigen und zumeist ganz vernachlässigten Problem der ersten Entstehung der Funktionen seine ganze Kraft gewidmet und mit unermüdlicher Ausdauer die zahllosen Schwierigkeiten, welche sich dem Vordringen auf diesem wie auf jedem neuen Felde, hier aber in ganz besonderem Masse entgegenstellen, zu besiegen verstanden hat. Ausführlicher werden wir auf den Inhalt dieses ausserordentlich verdienstvollen Werkes zurückkommen, wenn dasselbe vollständig vorliegt, was schon im Frühling dieses Jahres mit 4 Lieferungen der Fall sein soll; wir wollen aber nicht versäumen, unsere Leser wenigstens noch mit der Disposition des ganzen Buches bekannt zu machen. — Die Einleitung bespricht, nachdem die allgemeine Aufgabe der Untersuchungen präzisiert worden, das denselben zugängliche Material, das naturnotwendig ein sehr beschränktes ist, und die hauptsächlichsten der auf dasselbe anwendbaren Methoden, begrenzt den Stoff dahin, dass hier nur die Lebensthätigkeiten des Embryos und seiner Teile von der ersten Organanlage an bis zum Augenblick der Geburt behandelt werden sollen, und gibt die Einteilung des ganzen Werkes. Danach wird mit der Blutbewegung des Embryos begonnen; hieran schliesst sich die embryonale Atmung, an diese die embryonale Ernährung mit den Absonderungen und der Wärmebildung. Dann folgen die Elektrizität, Motilität und Sensibilität des Embryos. Den Schluss sollen einige Angaben über das embryonale Wachstum und übersichtliche Zusammenstellungen bilden. Hinsichtlich der psychischen Äusserungen und Anlagen des neugebornen Menschen und dessen weiterer Entwickelung kann Verfasser bereits auf sein interessantes Buch über »Die Seele des Kindes« (Leipzig 1882) verweisen, von dem schon eine zweite Auflage in Vorbereitung ist. — Welch' weitreichende Bedeutung diese Forschungen für das Verständnis des Menschen, insbesondere auch für seine psychische Seite haben werden, lässt sich gegenwärtig noch kaum ahnen, und wir können nur wünschen, dass sie recht lebhafte Nacheiferung

finden mögen; der schönste Erfolg kann, nachdem so trefflich Bahn gebrochen worden ist, auf diesem jungfräulichen Boden nicht ausbleiben.

V.

Seubert, Prof. Dr. Moritz, Grundriss der Botanik. Zum Schulgebrauch und als Grundlage für Vorlesungen an höheren Lehranstalten bearbeitet von Dr. W. v. Ahles, Prof. am Polytechnikum in Stuttgart. 5. Aufl., m. vielen Holzschn. Leipzig, C. F. Winter, 1883. 290 S. 8°. M. 1. 80 Pf.

Der Seubertsche Grundriss hat sich ebenso wie das grössere Lehrbuch desselben Verf. in seinen früheren Auflagen so viele Freunde erworben, dass es wohl angemessen erscheint, dasselbe in verjüngter Gestalt wieder aufleben zu lassen. Der Herausgeber hat dabei, wie er selbst sagt, »schon aus Pietät nur solche Änderungen vorgenommen, die durchaus infolge neuer Anschauungen und Untersuchungen, sowie des erweiterten Leserkreises geboten erschienen«. In der That kann und muss man sich mit diesem Standpunkt und seiner Durchführung ganz einverstanden erklären, so lange man die Aufgabe des botanischen Unterrichts an niederen und höheren Schulen nur darin erblickt, dem Schüler vor allem eine tüchtige Kenntnis des Systems und der einheimischen Flora beizubringen und ihn zu befähigen, die unterscheidenden Merkmale selbst aufzufinden und zu verstehen. Der Vertreter dieses Prinzips wird zwar die wissenschaftliche Morphologie, Physiologie und Entwickelungsgeschichte auch als sehr wertvolle Wissenszweige gelten lassen, dieselben aber, soweit sie überhaupt in den Schulunterricht einbezogen werden können, nicht anders behandeln als die Systematik auch: als eine Reihe interessanter Thatsachen, die der Schüler zu »lernen« hat. Und für solche Ansprüche ist das Büchlein eine treffliche Gabe: der Stil knapp und klar, der Stoff mit hinlänglicher Ausführlichkeit und doch nicht weitschweifig behandelt, die Anordnung übersichtlich, die Resultate neuerer Forschungen da, wo sich Gelegenheit dazu bot (wir nennen beispielsweise die Kapitel über Zellbildung und über Ernährung und Wachstum der Pflanzen) gewissenhaft berücksichtigt und mit anerkennenswerter Kritik benützt. — Wir brauchen jedoch kaum zu sagen, dass unser Standpunkt ein anderer ist, dass wir uns einen fruchtbringenden und dauernd anregenden Unterricht in der Botanik nur auf dem Boden der Deszendenz- und Selektionslehre denken können. Inwiefern das vorliegende Werk den solcher Auffassung entspringenden Ansprüchen zu genügen vermag, darüber klärt u. a. schon die einzige Thatsache hinreichend auf, dass die Anpassung der Blumen an Insektenbestäubung und alles, was damit zusammenhängt, auf einer halben Seite oder streng genommen durch den einen Satz erledigt wird: »Bei dieser Gelegenheit [beim Aufsuchen des Honigs] kommt der behaarte Leib der verschiedensten Insekten infolge der darauf eingerichteten Blütenform mit dem klebrigen . . . . Pollen in Berührung und wird beim Besuch einer andern Blüte der gleichen Art an der kleinen klebrigen Narbe abgesetzt, um sich von neuem mit Pollen zu bestäuben.« — nebenbei gesagt eine fatale Ausnahme von der sonst einfachen und logischen Ausdrucksweise des Herausgebers, dem doch wohl hier die ganze

Verantwortlichkeit zufällt. Nach dem Gesagten können wir das Buch nur insofern interessant finden, als es uns zeigt, wie sich die moderne Wissenschaft in einem Gemälde ausnimmt, dem jegliche (phylogenetische) Perspektive fehlt. V.

Tabellen der Kohlenstoff-Verbindungen. Nach deren empirischer Zusammensetzung geordnet von M. M. Richter. Berlin, Verlag von Robert Oppenheim, 1884.

Das handliche Buch bietet auf ca. 500 Seiten nebst Hinweis auf Quellen und Originalarbeiten, sowie Angabe des Namens und des Schmelz- und Siedepunktes etc., eine Zusammenstellung sämtlicher z. Z. bekannten Kohlenstoffverbindungen mit Einschluss und gerade spezieller Berücksichtigung der selteneren und weniger erforschten Körper und zwar lediglich nach den Formeln, resp. nach der Zahl der Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Sauerstoff-, Stickstoff- etc. Atome geordnet.

Wenn nun auch der moderne Chemiker wegen des ihm eigenen horror vor empirischen Formeln das Buch nicht ohne Voreingenommenheit gegen dasselbe in die Hand nehmen wird, so dürfte er sich bei genauerer Durchsicht desselben doch bald davon überzeugen, dass gerade die vom Verfasser gewählte Anordnung es ermöglicht, einerseits mit Umgehung so mancher Schwierigkeiten der Nomenklatur das scheinbar kaum zu bewältigende Material auf möglichst knappen Raum zusammenzudrängen, anderseits jede z. Z. bekannte und untersuchte Verbindung mit Angabe der Schmelzpunkte, Siedepunkte und möglichst vollständiger Litteratur sofort aufzufinden.

In manchen, allerdings sehr vereinzelten Fällen, sobald es sich nämlich um chemisch reine, organische Substanzen handelt, dürfte die Zusammenstellung sogar dem Analytiker recht nützlich sein. Wesentliche Dienste leistet sie aber sicher jedem, der sich über das Vorhandensein resp. Nichtvorhandensein von Verbindungen, über Isomeriefälle, bezügliche Litteratur etc. zu orientieren hat.

Um den Umfang nicht unnötig zu vermehren, hat Verf. die Litteratur bei wohlbekannten Verbindungen weggelassen; dafür fand ich die mir gerade geläufige Litteratur einiger seltenerer Körper um so gewissenhafter zusammengestellt. Auch die äussere Ausstattung des Buches lässt nichts zu wünschen übrig.

Nach alledem darf wohl behauptet werden, dass die dargebotenen Tabellen, wie es auch Verf. hofft, das wertvolle Beilsteinsche Werk in gewisser Richtung ergänzen und besonders allen denen willkommen sein werden, welchen gleichzeitig eine gute fachwissenschaftliche Bibliothek zu Gebote steht.

Chemnitz. Dr. Goldberg.

Ausgegeben den 31. Januar 1884.

Die Moundbuilders und ihr Verhältnis zu den historischen Indianern.

Von

Dr. **E. Schmidt** (Leipzig).

I.

Überblickt man die Arbeiten der amerikanischen Anthropologie, so findet man auf fast allen Gebieten derselben eine rege Thätigkeit. Am wenigsten ausgedehnt vielleicht auf dem Felde der physischen Anthropologie, wo es nach Mortons', Wymans, Meigs', Otis' Tode jetzt fast nur noch der treffliche Carr ist, der sich diesem Zweig der Anthropologie zugewandt hat. Weit breiter ist das Feld der ethnographischen Disziplinen angebaut: hier ist es vor allem das bureau of ethnology, Powell an der Spitze, und neben ihm ein Stab wissenschaftlich hervorragender Männer, die reiche Früchte einernten. Keinem Fach aber hat sich das Interesse in ausgedehnterem Masse zugewandt, als dem der amerikanischen Archäologie. Durchblättern wir nur z. B. die Smithsonian reports, so finden wir in allen Jahrgängen eine ausserordentlich grosse Summe von archäologischen Mitteilungen. Mounds, Mounds, und immer wieder Mounds! Hervorragende Männer sind es auch hier wieder, die an der Spitze stehen; ich brauche nur zu nennen einen Rau, Mason, Putnam, Carr, Namen, welche es verbürgen, dass auch hier in ernstem wissenschaftlichem Sinne gearbeitet wird. Es liegt aber in der Natur der Sache, dass bei dem ausgedehnten Interesse, das den Mounds zugewandt ist, auch manches laienhafte, nicht immer streng wissenschaftliche Bemühen mit unterläuft, das sich ausspricht sowohl in der oberflächlichen Beobachtung als auch im Mangel gesunder Kritik, in der Neigung zu übertreiben, alles für sehr alt, sehr bedeutend, sehr wunderbar zu halten. Neben der nüchternen, exakten Arbeit geht eine laienhafte Neigung zu mystischen Vorstellungen in der Moundforschung einher. Wir können beides zurückverfolgen, solange als die Mounds überhaupt Gegenstand der Beobachtung und der Spekulation gewesen sind. Als vor jetzt fast genau hundert Jahren nach Beendigung des Unabhängigkeitskrieges die erste europäische Ansiedelung unter Putnam sich an den Gewässern des Ohio festsetzte

(1788), konnte es nicht fehlen, dass die gewaltigen alten Erdhügel und Wälle am Muskingum, Scioto, Miami, Paint creek etc. die Aufmerksamkeit der Ansiedler auf sich zogen. Schon 1791 sprach Capt. Heart Sätze aus, die bis jetzt fast die Macht eines Dogmas behauptet haben: diese grossen Erdwerke könnten nicht das Produkt von Jägervölkern sein, sondern nur das Werk festsitzender volkreicher, unter festen Gesetzen und geordneter Regierung lebender Kulturstämme; der Zustand der Erdwerke und der Bäume auf ihnen wiesen sie in die Zeit vor Kolumbus zurück und das Fehlen von Traditionen der Indianer über sie beweise, dass sie weder von den jetzigen Indianern noch von deren Vorfahren errichtet worden sein könnten.

Bei den ersten Erforschern Ohios, nüchternen vorurteilsfreien Männern, kam kein Zweifel darüber auf, dass die gerade in diesem Staat so häufigen Ringwälle einst feste Plätze gewesen waren. Erst weit später, 1803, fand ein Bischof, Madison, heraus, dass die Umwallungen nicht für militärische Zwecke gedient haben könnten; er wies darauf hin, dass sie für Festungen zu zahlreich, zu verschieden an Gestalt und Grösse, oft zu ungünstig, z. B. unter beherrschenden Höhen gelegen seien; die geringe Höhe der Wälle, der Umstand, dass der Graben oft nach innen vom Wall liege, sprächen dagegen. Damit waren die Wälle für viele ihres defensiven Charakters entkleidet und man beeilte sich, in die amerikanische Archäologie die »sacred inclosures«, die »Temple mounds«, die »sacrificial mounds« einzuführen. Soldat und Bischof, nüchterne Beobachtung und mystisches Ergehen! So sind schon frühzeitig die beiden Richtungen fixiert, die bis jetzt in der amerikanischen Archäologie nebeneinander bestanden. Vielleicht war es gerade dieser geheimnisvolle Zug, der die Mounds bei der grossen Laienwelt so populär machte. Die grosse Mehrzahl aller derer, welche Mounds durchwühlen und über Mounds sprechen und schreiben,, steht wenigstens auf dem reiz- und geheimnisvolleren Standpunkt des höheren Ursprungs der Mounds. So der verdienstvolle Atwater, der zuerst 1820 eine umfassende Zusammenstellung gab, so Squier, der energische, federgewandte Redakteur des Chillicothe Pioneer in seinen vortrefflich ausgestatteten, durch die Autorität des Smithsonian Institution empfohlenen Ancient Monuments, so die vielen Handbücher bis herab auf die in allerneuster Zeit erschienenen von Baldwin, Foster, McLean, Conant und Short.

Die Geschichte aller Erfahrungswissenschaften läuft in zwei abwechselnden Phasen ab: in der einen werden die Thatsachen gesammelt, in der zweiten kritisch verarbeitet und zu einem System verbunden. Die ganze bisherige Moundforschung trägt den Stempel intensivsten, oder vielmehr extensivsten Sammelns. Alljährlich werden Hunderte von Mounds topographisch festgelegt, zum grossen Teil ausgegraben, in vielen Fällen dabei leider auch zerstört. Aber es mehren sich die Anzeichen, dass die kritische Verarbeitung und Sichtung mehr in den Vordergrund treten wird; von allen Seiten tritt man an die Rätsel der Mounds heran, selbst von sagengeschichtlicher und linguistischer Seite ist die Frage aufgenommen worden, und so dürfen wir hoffen, dass diesen konzentrischen Angriffen das Dunkel weichen und dass das vom ersten wissenschaftlichen Institut

Amerikas, dem Smithsonian Institution geplante zusammenfassende Werk über die Altertümer Nordamerikas eine neue Epoche inaugurieren wird, frei von dem mystischen Beigeschmack, den die bisherige Moundforschung nicht ganz überwinden konnte.

Die Vorgeschichte Nordamerikas steht noch nach der Meinung der meisten unvermittelt, als etwas wundersam Fremdartiges der historischen Indianerwelt gegenüber: eine Art Kataklysma hat den Moundbuilder hinweggerafft und der moderne Indianer ist als etwas ganz Neues an seine Stelle getreten. Erinnert diese Auffassung nicht an jene Zeiten der Geologie, in welchen man den Zusammenhang geologischer Geschichte durch die Erdumwälzungen gewaltsam auseinanderriss? Aber gerade wie an die Stelle der Erdrevolutionen die allmähliche Entwickelung, wie an Stelle der Neuschöpfungen von Arten der Transformismus trat, so wird auch die Theorie der Moundkataklysmen durch die Erkenntnis des historisch-genetischen Zusammenhangs von Sonst und Jetzt ersetzt werden.

II.

Die überwiegende Mehrheit der amerikanischen Archäologen sieht in den Erbauern der Mounds eine bestimmte ethnologische Einheit, verschieden von den historischen Indianern durch körperliche Merkmale und durch weit höhere Kultur. Diese »Moundbuilders« bevölkerten in dichtgedrängten Ansiedelungen die Thäler des Mississippibeckens, eine despotische Herrschergewalt regierte das Volk, dessen Religion eine Sonnenanbetung war mit heiligen Kultusstätten, Tempeln und Opferplätzen, auf denen Menschenopfer dargebracht wurden. Die Subsistenz der Moundbuilders beruhte auf ausgedehntem Feldbau, in Handwerk und Kunst waren sie weit fortgeschritten, sie verstanden es zu spinnen und zu weben, der Erde ihre Mineralschätze, Kupfer, Glimmer etc. etc. abzugewinnen, den Thon in kunstvolles Gerät zu formen, in Stein Tier und Mensch mit hoher Kunstvollendung darzustellen. Zum Schutz des Landes waren auf Anhöhen feste Plätze angelegt, Erdhügel waren die Begräbnisplätze ihrer Toten. Ihre Zeit reicht Jahrtausende weit zurück, ihr Ursprung ist unbekannt, nach langer Besiedelung des Landes wurden sie von barbarischeren Stämmen viele Jahrhunderte, nach manchen sogar Jahrtausende vor der Entdeckung Amerikas vertrieben. Den Einfluss ihrer Kultur glauben viele in den Kulturstaaten Mexikos, Central-Amerikas und Perus wieder zu erkennen.

Werfen wir einen Blick auf die Thatsachen und prüfen wir, wie weit sich diese Theorie mit denselben in Einklang bringen lässt. Wir müssen dabei freilich sogleich bekennen, dass uns die Thatsachen trotz des fast hundertjährigen Studiums der Mounds doch immer noch sehr ungenügend bekannt sind. Ungenügend nicht sowohl extensiv, denn die Menge angesammelten Materials ist eine überreiche, als vielmehr intensiv. Der Mounduntersuchung fehlt es zum grössten Teil an Methode, sie ist bisher im ganzen mehr Altertümer-Jägerei, als wissenschaftlich gründliche Forschung gewesen. Eine glänzende Ausnahme macht hier vor allem die Schule von Cambridge: sie hat uns mit wenigen Ausgrabungen weit

tieferen Einblick in die Entstehungsgeschichte vieler Mounds gegeben, als Tausende von Moundsdurchwühlungen vor ihnen.

Die Mounds (jede grössere künstliche Erhebung aus Erde oder Steinen heisst Mound im weiteren Sinn) finden sich in Nord-Amerika nicht überall in gleicher Verbreitung. In den Neu-Englandstaaten nur in sehr geringer Anzahl vorkommend, werden sie in den südlichen atlantischen Staaten häufiger; ihre grösste Dichtigkeit erreichen sie zwischen den grossen Seen und dem mexikanischen Golf. Auch jenseits des Mississippi, an den Ufern des Missouri, Kansas, Platte, Arkansas sind sie noch häufig. Als ihre Westgrenze werden die Felsengebirge, als Nordgrenze die Breite der grossen Seen angenommen.

Es lassen sich zwei grössere Gruppen von Mounds unterscheiden, die Wallmounds (inclosures) und die Hügelmounds (Mounds im engeren Sinn). Die ersteren stehen bald auf mehr oder weniger steilen Anhöhen, bald in der Ebene. Dass die Bergwälle Verteidigungszwecken dienten, ist so klar, dass niemand einen Zweifel darüber ausgesprochen hat: es sind offenbare defensive Anpassungen an günstige Bodenverhältnisse. Gewöhnlich wird eine steile isolierte Höhe oder auch eine nur durch einen einzigen Zugang leicht erreichbare Bergzunge gewählt, die Abhänge sind nach Massgabe der Steilheit von höheren oder niederen Stein- oder Erdwällen überragt, an den ebenen Zugängen zur Wallburg sind besonders starke Wälle und tiefe Gräben angelegt, oft in mehrfacher Reihe, und die Thoröffnungen derselben sind noch durch eigene, oft mit grossem Raffinement angelegte Verstärkungen besonders geschützt. In der Nähe der Umwallung, oft am Bergabhang selbst, findet man in der Regel eine Quelle, innerhalb der Wälle die sogenannten Caches, d. h. Vorratsgruben für Lebensmittel. Die Grösse dieser Wallburgen ist sehr verschieden: die kleinsten umschliessen kaum eine Fläche von fünf Acres, während die grösseren (weniger häufigen) bis zu 140 Acres gross sind.

Auch bei manchen Wällen der Ebene liegt die defensive Bedeutung auf der Hand: es sind solche, die sich an ein steiles Flussufer anlehnen oder eine Landzunge zwischen zwei sich vereinigenden Flüssen mit einfachem oder doppeltem Wall und Graben abschneiden.

Bei der Mehrzahl der Umwallungen der Ebene weichen dagegen die Meinungen über ihre Bedeutung weit auseinander: es handelt sich hier meist um runde oder quadratische, seltener um elliptische, länglich rechteckige oder achteckige Bauten, die einzeln oder in Gruppen zusammen stehen und dann oft durch ein System von Parallelwällen miteinander verbunden sind. Sie stehen gewöhnlich in der Nähe, oft auch am Zusammenfluss von grösseren Bächen und Flüssen, doch vermeiden sie die unterste Thalsohle und ziehen sich auf die nächsthöheren Thalterrassen zurück. Ihre Grösse ist sehr wechselnd: nach Squier und Davis hat die Mehrzahl der Kreiswälle einen Durchmesser von 250 oder 300 Fuss, doch gibt es daneben auch solche, die eine Fläche von 25, ja selbst bis zu 50 Acres einschliessen. Aus der angeblich gleichen Grösse vieler dieser Ringwälle hat man auf die Existenz eines allgemein angenommenen genauen Masssystems schliessen wollen — gewiss mit Unrecht, da die Grössenangaben der Autoren fast stets nur ungefähre Schätzungen sind,

wie schon daraus hervorgeht, dass sie meist in runden Zahlen gemacht werden. Ebenso war es ein zu kühner Schluss, wenn man, gestützt auf die Angaben über ganz regelmässige Kreis- und Quadratformen der Umwallungen, ihren Erbauern höhere mathematische Kenntnisse zugeschrieben hat. Wenn man selbst alle diese Angaben als richtig annehmen wollte (was sie sicherlich nicht immer sind), so lässt sich ein Kreis von 125 oder 150 Fuss Radius sehr leicht mit einem entsprechend langen Strick oder Riemen ohne höheres mathematisches Wissen ziehen, und ebenso dürfte die Konstruktion eines Quadrates mit den allerprimitivsten Hilfsmitteln keine allzugrossen Schwierigkeiten bereiten. In Wirklichkeit sind übrigens die Abweichungen von reinen geometrischen Formen bei den Ringwällen weit häufiger als richtig gezeichnete Quadrate oder Kreise.

Man hat sich seit langem daran gewöhnt, diese in sich geschlossenen Wälle der Ebene für »sacred inclosures« zu halten, freilich mit schwachen, aber doch immer wiederholten Gründen. Als solche werden angegeben: ihre oft von benachbarten Höhen beherrschte Lage, das häufige Vorkommen der Verbindung mehrerer Ringwälle zu einem grossen Ganzen, die Niedrigkeit der Wälle, das öftere Fehlen eines Grabens, der, wenn er vorkommt, innerhalb des Walles liegen soll, endlich das Vorhandensein von sogenannten Tempelmounds oder Opfermounds, die man selbst wieder für heilige Stellen ansah, innerhalb der Umwallung.

Keiner dieser Gründe ist bei unbefangener Prüfung stichhaltig. Was man beherrschende Höhen genannt hat, ist es wohl im Sinn der modernen Artillerie, nicht aber für barbarische Völker, deren Distanz-Angriffswaffen sich nicht über die Leistungen von Bogen und Pfeil erhoben haben; die Niedrigkeit der Wälle konnte durch Palissadierung, wie sie nachweislich bei den Indianerbefestigungen in hoher Vollkommenheit bestand, ausgeglichen werden; sie ist übrigens in Wirklichkeit gar nicht so unbedeutend, sondern beträgt im Mittel 3—7 Fuss, ja einzelne Wälle, wie z. B. der grosse Kreiswall von Newark, erreichen 12 Fuss senkrechte Höhe, wozu noch die 7 Fuss betragende Tiefe des Innengrabens kommt. Warum man aus der Gruppierung mehrerer benachbarter Ringwälle zu einem grösseren Ganzen auf die religiöse Bedeutung dieser Bauten schliessen wollte, ist ganz unerfindlich. Man hat es hier augenscheinlich mit der Verbindung einer Anzahl kleinerer Ringwälle zu einem einzigen festen Platz, einer Festung mit einer Anzahl Einzelforts zu thun. Ebenso schwer zu verstehen ist es, wenn man in dem Vorhandensein eines inneren Grabens einen Grund zur Annahme von »sacred inclosures« finden wollte. Bot denn eine solche Einrichtung dem Verteidiger nicht eine stärkere Deckung, als wenn der Graben aussen lag? Darum haben ja gerade die unbezweifelt defensiven Bergwälle den Graben innen, wie selbst Squier zugeben muss.

Auch das Vorhandensein von sogenannten Tempelmounds und Opferaltären innerhalb der Wälle wurde als Grund gegen die defensive Natur der letzteren angeführt. Dabei ist freilich zu bemerken, dass die Deutung solcher heiligen Bauten doch selbst mehr als fraglich ist. Aber selbst die Richtigkeit einer solchen Auffassung zugegeben, würde dann die Anwesenheit heiliger Stätten in den befestigten Dörfern gegen den fortifi-

katorischen Zweck der Umwallung sprechen? Sind Strassburg, Köln etc. deshalb keine Festungen, weil auch in ihnen Kirchen und Dome aufragen?

Den angeführten Gründen können wir somit kein grosses Gewicht beilegen, um so weniger, als diese »sacred inclosures« manche Züge aufweisen, die entschieden fortifikatorischer Natur sind. Dahin gehört die Verdoppelung des Walles an schwächeren, exponierteren Stellen, wie z. B. in den von Squier beschriebenen Hopeton works, Cedar Bank works etc. Die Gruppierung mehrerer kleinerer Forts zu einer grösseren Festung haben wir bereits erwähnt. Eine unzweifelhaft defensive Bedeutung hat ferner die Verstärkung der Eingänge durch mannigfache Mittel, durch vorgesetzte Mounds, durch Terrassenmounds hinter ihnen, durch besondere Führung des Walles an den Thoren etc. Ja nach Brackenridge haben die ersten Ansiedler der Ohiogegenden auf manchen dieser Ringwälle noch »the remains of pallisadoes« (Reste von Palissaden) gefunden. Dass diese »sacred inclosures« nicht Heiligtümer, sondern ganz profane Dörfer umschlossen, hat schliesslich Putnam in einer sehr gründlichen Untersuchung eines Walldorfes bei Lebanon in Tennessee unzweifelhaft dargethan. Auch hier lag der Wall aussen, der Graben innen, beide umschlossen aber ausser einigen kleineren und grösseren, konischen Mounds etwa hundert kreisrunde Wälle von 15 bis 40 Fuss Durchmesser. In diesen wurden ganz konstant abgenutztes Hausgerät, Feuerstellen und Küchenabfälle, in dem Boden unter ihnen bisweilen auch Gräber gefunden. Putnam hat jeden Zweifel beseitigt, dass diese kleinen Wälle Ruinen alter, wahrscheinlich mit Erde und Rasen gedeckter Hütten innerhalb des festen Walles waren. Wir haben damit eine richtige Deutung der kleinen Kreiswälle gewonnen, die auf den Plänen Squiers und anderer so häufig wiederkehren und die gewöhnlich als kleinste »heilige Wälle« aufgefasst wurden. Andere kleine viereckige Schuttwälle in solchen Wallburgen, wie z. B. die am Stoner's creek in Kentucky zeigen, dass nicht nur runde, sondern auch viereckige Häuser gebaut wurden.

In Verbindung mit den Ringwällen stehen in vielen Fällen Längswälle, bald einfach, bald als doppelter Parallelwall. Oft verbinden sie die kleineren Werke wie eine Festungsmauer die einzelnen Forts, in anderen Fällen führen sie zu einer Quelle oder einem Fluss hinab; meistens liegt auch hier der defensive Zweck dieser Wälle klar vor Augen. Einzelne dieser Parallel-Wälle mögen auch zu geselligen gymnastischen Spielen gedient haben, wenn man wenigstens aus den Beobachtungen von Reisenden einen Rückschluss machen darf auf jene vorgeschichtlichen Zeiten.

Darf man auch aus der Zahl und Ausdehnung der Walldörfer auf eine verhältnismässig dichte Besiedelung des Landes, auf eine sesshafte Bevölkerung mit geordneten sozialen Verhältnissen schliessen, so beweist doch nichts die überschwenglichen Vorstellungen, welche die staatlichen Einrichtungen der »Moundbuilders« denjenigen des pyramidenbauenden Ägyptens an die Seite setzen wollten. Man hat von unbedingter Herrschaft über Leben und Tod, von Sklaverei der Massen etc. gesprochen, man wollte das Staatswesen der Moundbuilders mit den despotischen Zuständen vergleichen, wie sie nach den Berichten spanischer Abenteurer

in Mexiko, Peru etc. geherrscht hätten*. Alles reine Phantasiegebilde! In Wirklichkeit sagen uns die Mounds über die staatlichen Einrichtungen ihrer Bewohner nichts.

Wenden wir uns zu den eigentlichen Erdhügeln, den Mounds im engeren Sinn, so treten uns auch hier wieder verschiedene Formen entgegen. Wir können danach drei Hauptgruppen unterscheiden, einfache spitze Erdhügel, Mounds, die oben von einer ebenen Fläche begrenzt werden, und Reliefbildermounds, die sogenannten effigy-, symbolic oder emblematic mounds.

Von allen Mounds sind die der letzteren Gruppe zugehörigen die rätselhaftesten. Sie sind Piktographien im grössten Stil, auf den felsenleeren, ebenen Boden der nördlichen Prairien in Riesenzügen hingeschriebene, 50—200 Fuss und mehr lange, nur wenige Fuss hohe Reliefdarstellungen irgend eines Vierfüsslers, Vogels oder des Menschen, im Profil aufgefasst, aber gewöhnlich nur in so allgemein schematischer Zeichnung, dass die Deutung eines bestimmten Tieres fast immer unmöglich ist, so dass man Bezeichnungen wie lizard-, turtle-, bear-, alligator- etc. Mound immer mit grossem Vorbehalt aufnehmen muss. Dasselbe gilt vom sogenannten Mammut-Mound in Wisconsin, an welchen die abenteuerlichsten Vorstellungen über das Alter der Moundbuilders geknüpft worden sind. Selten stehen diese Relieffiguren isoliert, gewöhnlich sind sie gruppen-, oft reihenweise angeordnet. Das Material ist die Erde und der Lehm der Umgebung; es wurde ringsherum von der Oberfläche, nicht aus besonderen Gruben entnommen. Nachgrabungen in diesen Mounds haben in der Regel ein negatives Resultat in bezug auf besondere Einschlüsse ergeben, in einzelnen Fällen fand man Menschenknochen in ihnen, die aber wahrscheinlich von späteren Begräbnissen herrührten.

Eine vollkommen befriedigende Erklärung dieser Mounds ist bisher noch nicht gelungen; dass sie bei dem alle sozialen Verhältnisse der Völker Amerikas beherrschenden System der nach Tieren benannten Geschlechter in irgend welcher Beziehung zu diesen standen, ist mindestens wahrscheinlich; möglicherweise deutet eine noch später zu erwähnende Notiz Charlevoix' darauf hin, dass wir sie als Fundamente von Häusern der verschiedenen gentes anzusehen hätten, doch ist eine Theorie über ihre Bedeutung jetzt noch mindestens verfrüht, vielleicht für immer unmöglich.

Eine zweite Gruppe von Erdhügeln ist dadurch charakterisiert, dass ihre Spitze stets abgestutzt und geebnet ist. Ihr Umriss bildet stets eine regelmässige Figur, einen Kreis, ein Quadrat, ein längliches Recht-

* Bis in die neueste Zeit hinein wird von Geschlecht zu Geschlecht die Fabel über die politischen und religiösen Institutionen der Mexikaner und Peruaner vererbt, so wie sie die spanischen Schilderungen geschaffen haben. Die Sucht jener Abenteurer, Wunderbares zu berichten, und anderseits die Unmöglichkeit, grundverschiedene soziale Einrichtungen anders aufzufassen als mit dem Massstab des Spaniers, der nichts Höheres kannte als des Königs Majestät und des Priesters Allmacht und der diese deshalb überall suchte und natürlich auch fand, haben uns über die Einrichtungen der amerikanischen Kulturstaaten die falschesten Zerrbilder hinterlassen, die bei der eigenartigen Kulturentwickelung der amerikanischen Völker einfach eine Unmöglichkeit sind.

eck etc., ihre Grösse ist meist ansehnlich, die Höhe verschieden von nur wenigen Fuss bis zu 90 Fuss, die der Riese aller Mounds, der sogenannte Cahokia Mound in St. Louis, misst. Rampenartige Wege führen zur Höhe hinan, bisweilen ist die Böschung durch Terrassen stufenartig unterbrochen. Häufig stehen sie mit anderen Terrassenmounds oder mit gewöhnlichen konischen Mounds zu Gruppen vereinigt, die dann bisweilen von einem Ringwall umschlossen werden.

Man hat aus der Ähnlichkeit mit den Teocallis, den Stufenpyramiden, auf welchen die mexikanischen Tempel standen, geschlossen, dass auch diese Mounds Tempel getragen hätten, und dieser Gedanke wurde mit Vorliebe gepflegt und bis ins einzelne mit mehr Phantasie als vorsichtigem Urteil ausgeschmückt. Kein einziger Fund weist darauf hin, dass gerade Tempel auf ihnen standen, wenn auch ihre Deutung als Substruktionen von Gebäuden gewiss in den meisten Fällen richtig ist. Besonders lehrreich war hierfür die Ausgrabung eines solchen Terrassenmounds in Lee County, Virginia, durch L. Carr: die untere Hälfte dieses Mound bestand aus fast ganz reiner, lehmiger Erde, die nur sehr spärlich hie und da etwas Asche, ein Stückchen Kohle etc. enthielt; der obere Teil dieses Mounds dagegen war dicht durchsetzt von kleinen Häufchen Asche, Kohle, Stücken gebrannten Thones, aufgeschlagenen Markknochen von Säugetieren, Vogelknochen (zum Teil kalciniert) und Fragmenten gebrauchten und abgenutzten Hausgeräts. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass dieser Mound Wohnungen trug: ursprünglich als Fundamentmound für eine Hütte bis zu einer Höhe von 10 Fuss rasch aufgeführt, wuchs er später durch allmähliche Anhäufung von Küchenabfällen, durch Erneuerung von Feuerherden aus Thon, vielleicht auch durch herabfallende Erde und Rasen, mit denen das Dach gedeckt war, langsam bis zu seiner jetzigen Grösse empor. Auch der gewaltige Cahokia-Mound scheint, so riesig auch seine Dimensionen sind (er war eine abgestutzte vierseitige Pyramide von 750 : 500 Fuss Grundfläche, 300 : 160 Fuss Kopffläche und 90 Fuss Höhe), eine gleiche Entstehungsgeschichte zu haben, wenigstens so weit er nicht ursprünglich ein natürlicher Hügel war; da wo Regengüsse durch tiefe Rinnen das Innere dieses Mound blossgelegt haben, fand Putnam überall in ihm zerstreute Topfscherben, Steingerätfragmente, Kohle und Asche, zerschlagene Tierknochen, Feuerherde von gebranntem Thon etc. Und wenn wir in so vielen Ausgrabungsberichten von häufigen Feuerspuren, Asche etc. in solchen Mounds lesen, wenn z. B. der hierhin gehörige grosse Mound am Etowah in Georgia aus schwarzer Erde bestand, in welcher Whittlesey zahlreiche Klumpen rotgebrannten Thones fand, so spricht das doch wohl, so wenig vollständig auch meist diese Beobachtungen sind, für eine gleiche Entstehungsgeschichte und gleiche Bedeutung dieser Mounds. Die Steilheit der Böschung machte die darauf stehenden Hütten zu kleinen Festungen, deren Verteidigungsfähigkeit noch gelegentlich durch Palissaden erhöht wurde, wie sie z. B. Carr auf dem obenerwähnten Mound in Lee County 8—10 Fuss unter dem oberen Rand rings um den Mound herum nachgewiesen hat.

Wir kommen zur dritten Gruppe der konischen Erdhügel, der ein-

fachsten in ihrer äusseren Form, der mannigfachsten in ihrer Deutung. Auch hier hat man natürlich die interessante Würze nicht entbehren können: man hat eine ganze Anzahl derselben als Altar- oder Opfermounds bezeichnet. Manche derselben haben nämlich nahe am Boden einen sogenannten »Altar«, d. h. eine flach-schüsselförmige oder auch ebene Masse von hartgebranntem Thon, seltener von Steinen, von verschiedener Gestalt, bald rund, bald elliptisch, quadratisch, länglich rechteckig etc. Auch die Grösse dieser »Altäre« zeigt kein konstantes Verhalten; es sind solche von nur 2 Fuss und wieder andere von 50 Fuss Länge erwähnt. Sie sind niedrig und stehen meist direkt auf dem gewachsenen Boden, seltener auf einer kleinen Erhöhung von Sand. Auf ihnen fand man Menschengebeine, Geräte, Schmucksachen (in einem Falle z. B. Kupferringe, die noch zu je 5 vereinigt die Knochen beider Arme eines Skeletts umspannten), ferner Glimmerplatten, besonders schön gearbeitete Tabakspfeifen etc., alle mit Spuren intensiver Feuereinwirkung. Der Mound, welcher diese »Altäre« bedeckt, ist aus konzentrischen, miteinander abwechselnden Schichten von Kies, Erde, Sand etc. aufgebaut — wenigstens in der Theorie. Denn wenn man der Methode dieser Ausgrabungen näher nachforscht, so findet man, dass immer nur in der Axe des Mound ein verhältnismässig enger Schacht bis zur Fundschicht niedergebracht wurde, die bei weitem grössere Masse des Mound wurde von der Ausgrabung gar nicht berührt und die konzentrische Schichtung des ganzen Mound ist daher in den allermeisten Fällen mindestens fraglich. Das berühmteste Vorkommen dieser Mounds trafen Davis und Squier am Scioto, drei Meilen nördlich von Chillicothe, in der von ihnen sogenannten Mound-city, einem Ringwall, der 26 Mounds umschloss, die sämtlich geöffnet wurden und zum grossen Teil sogenannte Altäre enthielten. Auf einzelnen dieser letzteren waren nur Gegenstände einer bestimmten Art niedergelegt, auf einem Altar z. B. nur Pfeifen, auf anderen nur Lanzenspitzen etc.

Alle diese Funde beweisen aber doch nur, dass hier Leichen verbrannt und dass dabei als Leichengabe wertvolle Gegenstände dem Toten mitgegeben wurden. Die Annahme eines »Altars«, auf welchem den Göttern Menschenopfer dargebracht wurden, ist eine pikante Ausschmückung, die vor besonnener Betrachtung nicht bestehen kann. Würde man denn einen Altar mit Kies und Sand und Lehm zugedeckt haben? Und zu welchem Zweck? Und ist anderseits Leichenbrand mit reicher Leichengabe und nachträglicher Häufung eines Grabhügels nicht bei allen barbarischen Völkern ein ganz allgemeines Vorkommen? Der Herd, auf welchem man den Toten verbrannte, war nur eine grössere Wiederholung des Herdes, der im Hause in täglichem Gebrauch war. Auch die schichtweise Aufhäufung des Grabhügels, selbst wenn ihre Regelmässigkeit besser konstatiert wäre, als sie es ist, hat im Widerspruch mit Squier ihre genaue Analogie in vielen Grabhügeln der alten Welt; sie erklärt sich einfach dadurch, dass man den Mound nicht auf einmal bis zu seiner definitiven Grösse aufhäufte, sondern dass man zu verschiedenen Zeiten (vielleicht an besonderen Erinnerungstagen) neue Schichten überdeckte, wobei nicht immer das gleichartige Material genommen wurde.

Wir können die sogenannten sacrificial mounds für nichts anderes halten als für Grabhügel mit Leichenbrand. Mit dieser Deutung, sowie mit der profanen Auffassung der temple-Mounds und der »sacred inclosures« fallen auch die Phantasiebilder in sich zusammen, mit welchen man ihre Bestimmung sowie das ganze religiöse und priesterliche Wesen der Moundbuilders ausmalte. Man wusste davon noch viel Wunderbareres zu berichten als von den staatlichen Einrichtungen. Wie genau man unterrichtet war, mag das eine Beispiel zeigen, dass ein Autor von einzelnen Mounds ganz genau angeben konnte, wie hier im Frühjahr alljährlich der älteste Mann des Stammes geopfert wurde, dem es eine besondere Ehre war, geschlachtet zu werden, so dass er sich immer freiwillig als Schlachtkandidat anbot. Im Herbst dagegen wurde auf denselben Altären ein Weib den Göttern dargebracht! — Es ist besser, durch alle solchen Fabeleien über die staatlichen und religiösen Institutionen der Moundbuilders einen Strich zu machen; wir machen einen entschiedenen Fortschritt in der Kenntnis derselben, wenn wir offen eingestehen, dass wir darüber nichts wissen.

Ausser den Grabhügeln mit Leichenbrand kommen, und zwar in weit grösserer Anzahl, Grabhügel ohne Leichenbrand vor, die von den amerikanischen Archäologen als sepulchral mounds bezeichneten Tumuli. Sie sind konisch, von meist kreisförmigem Grundriss, bald isoliert, bald gruppenweise zusammenstehend, in ihrer Grösse sehr wechselnd, von nur wenigen Fuss bis zu 80 Fuss, im Mittel 15 bis 25 Fuss hoch. Gewöhnlich findet sich noch am Boden in ausgestreckter Lage ein Skelett, eingehüllt in Rinde, Matten, rohes Gewebe oder Felle, neben ihm die später zu betrachtenden Grabbeigaben. Näher an der Oberfläche stösst man oft auf spätere, sekundäre Begräbnisse, die sich durch Störung der Erdschichten sowie durch die abweichende Art der Beisetzung, in manchen Fällen auch durch Beigaben europäischer Herkunft von den eigentlichen Moundbuilder-Begräbnissen unterscheiden sollen.

So verhält sich der früher als typisch betrachtete Sepulchral Mound Ohios. Mit der Ausdehnung der Mound-Untersuchungen stellte sich jedoch heraus, dass die Verhältnisse nicht immer so einfach sind, sondern dass eine sehr grosse Mannigfaltigkeit in der Art der Beisetzung vorkommt: statt eines Skeletts findet man oft eine grössere Anzahl in regelmässigen Reihen, die Leichen sind bisweilen radial um einen Mittelpunkt gelegt, mit dem Kopf nach innen, oder umgekehrt, in anderen Fällen liegen die Menschengebeine eines Massenbegräbnisses in wüsten Haufen durcheinander; die Leichen sind öfters in besonderen, aus Holzblöcken grob hergestellten Kammern beigesetzt, Leichenkammern aus Luftmauern ohne Mörtel kommen in Mounds von Missouri vor; am häufigsten aber sind die Steinplattengräber, Totenkammern, die durch Steinplatten gebildet sind, welche Boden und Dach und beide Seitenwände und die schmale Kopf- und Fusswand umschliessen. Sie kommen bald einzeln bald in grösserer Anzahl und dann oft in mehrfachen Stockwerken übereinander in einem Mound vor.

So sind die sepulcralen Mounds gerade wie bei uns in der alten Welt äusserst mannigfache Gebilde.

Ausser den bisher betrachteten Moundgruppen hat man noch eine Anzahl anderer Kategorien aufgestellt, so die Befestigungsmounds, welche wir bereits bei der Besprechung der Ringwälle kennen lernten, die sogenannten Beobachtungsmounds (Mounds of observation), d. h. hoch auf weithin sichtbaren Anhöhen gelegene, Feuereinwirkung zeigende Mounds, die jedoch bei Ausgrabungen gewöhnlich Menschenknochen enthielten und daher wohl meist den Begräbnismounds zugerechnet werden müssen, ferner die Stone Mounds, aus Steinen roh aufgeworfene Hügel, die übrigens Squier für zu roh hält, als dass sie den Produkten der hochzivilisirten Moundbuilders zugerechnet werden könnten, endlich die von Squier sogenannten anomalen Mounds, die nicht recht in irgend eine Gruppe seines Systems hineinpassen wollen.

Wenn wir jetzt noch einmal zurückblicken auf die geographische Verbreitung der Mounds, so finden wir, dass die verschiedenen Arten derselben nicht in gleichmässiger Verteilung überall vorkommen, sondern dass sich eine Gegend durch das Vorherrschen oder ausschliessliche Vorkommen einzelner Formen auszeichnet, die in einer anderen Gegend fehlen, während andere Moundformen an ihre Stelle treten. Die nördlichen Prairieebenen zwischen Prairie du chien und Michigan-See, in Missouri, Iowa, Michigan, besonders aber in Wisconsin, wimmeln geradezu von Tiermounds, während sich in ganz Ohio nur 4 bis 6 und weiter südlich nur noch in Georgia zwei Tiermounds von ganz verschiedenem Charakter finden. Umgekehrt sind Bergfesten in Wisconsin äusserst selten, in Nord-Ohio dagegen die häufigsten archäologischen Denkmäler und Süd-Ohio hat neben ihnen noch eine stattliche Anzahl von Walldörfern in der Ebene aufzuweisen. Platform-Mounds, im Norden nicht häufig, begegnen uns um so öfter, je mehr wir südwärts vordringen. Die früher als typischer Begräbnismound angesehene Form ist die in Ohio vorherrschende, Tennessee dagegen ist ausgezeichnet durch seinen grossen Reichtum an Steingräbern, die in dem Masse seltener werden, als wir nördlich und östlich gehen, die sich aber noch bis Illinois, Pennsylvanien und selbst noch bis nach New-York hinein verfolgen lassen.

Diese ungleiche geographische Verteilung der einzelnen Moundgruppen zeigt uns, dass es sich bei ihren Erbauern nicht um eine einzige ethnologische Einheit gehandelt haben kann, sie weist auf grosse Verschiedenheiten im äusseren und inneren Leben derselben hin.

Über die Kulturmittel und die Kulturleistungen der Moundbuilders erhalten wir bis zu einem gewissen Grad Kunde durch die Einschlüsse, mit welchen die Mounds bisher in reichem Masse die Mühe ihres Durchwühlens belohnt haben.

Es ist leicht zu verstehen, dass in den Mounds alle solchen Gegenstände fast vollständig fehlen, die den Einwirkungen der Verwitterung oder des Feuers nur wenig Widerstand entgegensetzen konnten. Nur unter besonders günstigen Umständen ist uns ein Stückchen Gewebe, in Kohle verwandelt oder imprägniert von den Salzen des Kupfergerätes, dem es zur Umhüllung diente, erhalten. Immerhin sehen wir daraus, dass die Kunst des Webens einfacher Stoffe bekannt war: wir finden eine hanfähnliche Pflanzenfaser, ganz von ihren holzigen Teilen befreit, in

Fäden gesponnen, mit je zwei einzelnen Fäden zu Garn zusammengedreht, und dies letztere zu solidem, derbem Zeug gewoben (das mit seinem aus zwei Fäden bestehenden Zettel und seinem einfachen Einschlag manchen Geweben der schweizer Pfahlbauten gleicht). Wenn die Moundbuilders sonach die Kunst des Webens kannten, so dürfen wir auf der andern Seite diese Kunst doch nicht als hochentwickelt uns vorstellen. Wir haben hierfür den negativen Grund, dass nur die allereinfachsten Flechtmotive als Ornament auch auf die Thongefässe übergegangen sind, während wir nirgends einen Einfluss reicherer, schwierigerer Gewebsmotive auf den Schönheitssinn und das Ornament der Moundbuilders erkennen können. Dieser Mangel lässt wohl mit Sicherheit eine höhere Ausbildung der Technik und des Geschmacks in der Weberei ausschliessen.

Schon die Existenz der Weberei setzt eine regelmässige Disposition über faserliefernde Pflanzen voraus, macht also schon für sich regelmässige Bodenkultur wahrscheinlich. Von direkten Erzeugnissen des Ackerbaus ist uns jedoch nur wenig erhalten. Hie und da freilich finden sich in den Aschenhäufchen der Fundamentmounds halbverkohlte Reste von Maiskolben und auch in der Ornamentierung der Thongefässe ist der Abdruck solcher Kolben ein beliebtes Motiv. Auch das ziemlich häufige Vorkommen von grossen platten Steinwerkzeugen, die man kaum für etwas anderes halten kann als für landwirtschaftliche Geräte, spricht für den Ackerbau der Moundbuilders. Die grosse Anzahl der in den Mounds gefundenen Pfeifen endlich weist gleichfalls auf Feldbau hin; wo so viel geraucht wurde, ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass der Tabak eine systematisch angebaute Pflanze war. Aber mit einer Luxuspflanze, deren Anbau noch dazu ein ziemlich umständlicher und beschwerlicher ist, fängt die Bodenkultur nirgends an; erst wenn die Landwirtschaft in der Kultur der für die Nahrung wichtigsten Pflanzen geschult ist, geht sie zur Kultur von Genusspflanzen über. Deshalb dürfen wir aus den Funden so zahlreicher Pfeifen indirekt auf Kultur von Nährpflanzen zurückschliessen.

Aber wenn auch alle diese Gründe nicht vorhanden wären, wir würden doch zu der Annahme einer in grosser Ausdehnung betriebenen Bodenkultur genötigt werden durch die Grösse und Anzahl der befestigten Dörfer, die ohne eine relativ grosse Volksdichtigkeit der Bewohner nicht zu verstehen wäre. Man hat berechnet, dass bei ausschliesslich von der Jagd lebenden Völkern zur Subsistenz eines einzigen Menschen ein Gebiet von 50 000 Acres erforderlich ist; danach würde ganz Ohio, das einen Flächenraum von 25 446 707 Acres hat, nur 509 Menschen ausschliesslich von der Jagd ernähren können. Man braucht nur einen Blick zu werfen auf die Ausdehnung einzelner fester Mounddörfer in Ohio, z. B. die von Newark, Portsmouth, Marietta, um zu sehen, dass jedes derselben eine weit grössere Einwohnerzahl hatte.

Auch da, wo uns keine Überreste grosser Gemeinwesen Kunde geben von einer einst dichten Bevölkerung, wie auf den weiten Flächen Michigans und Wisconsins, dürfen wir doch auf die frühere Anwesenheit einer sesshaften Bevölkerung zurückschliessen aus den unmittelbaren Spuren ausgedehnten Ackerbaues, die dort in den sogenannten garden beds weit

verbreitet sich finden. Es sind ganz unsern deutschen Hochäckern gleichende Felder mit abwechselnden parallelen Erhebungen und Einsenkungen, Beete und Furchen, die 5—16 Fuss breit, bis zu mehreren hundert Fuss lang und zwischen 6 und 18 Zoll hoch sind. Eigentliche Mounds sind in diesen Gegenden sehr selten, über einzelne derselben gehen Hochäcker hinweg, so dass man daraus schliessen wollte, dass die Hochäckerperiode jünger gewesen sei als die der Moundbuilders. Wir haben schon vorhin angedeutet, dass man die Moundbuilders überhaupt nicht als einheitliches Volk ansehen kann; meint man aber damit speziell das Volk, welches die Ringwälle und Erdhügel Ohios erbaute, so muss man eingestehen, dass bei dem gegenwärtigen Stand unserer archäologischen Kenntnis jeder Anhalt für einen Vergleich der Zeit der Garden beds und jener der Moundbuilders abgeht. Jedenfalls aber beweisen die Garden beds des Nordens ebenso wie die grossen Walldörfer am Ohio, dass im Mississippigebiete schon vor der Entdeckung Amerikas ausgedehnter Ackerbau betrieben wurde.

Die weniger vergänglichen Produkte der Moundbuilders an Waffen, Geräten und Schmuck bestehen aus Stein, Kupfer, gebranntem Thon, Knochen, Glimmer, Muschelschalen etc.

Über die in den Mounds gefundenen Steingeräte können wir uns kurz fassen: Squier selbst, der doch sonst überall die Superiorität der Moundbuilders hervorzuheben bemüht ist, muss bekennen: »Wir besitzen nur wenige Anhaltspunkte, um die Reste der Moundbuilders — soweit es sich bloss um ihre Steingeräte handelt — von denen der auf sie folgenden Völker zu unterscheiden.« Und dasselbe gilt im allgemeinen von den Schmuckgegenständen der Moundbuilders, von denen Squier sagt: „Bei allen diesen Dingen beobachten wir merkwürdige Übereinstimmungen mit den Schmucksachen der heutigen Indianerstämme, welche sich mit Glasperlen und Ohrgehängen förmlich überladen.« Hervorzuheben ist, dass oft Material benutzt wurde, was nur von fernen Gegenden hergebracht worden sein kann, so Obsidian aus Mexiko oder von den kalifornischen Vulkanen, Glimmer aus den Alleghanies, Schalen von Seeschnecken, z. B. *Marginella, Oliva, Natica* etc. aus dem mexikanischen Golf. Wir dürfen daraus wohl auf ausgedehnten Handelsverkehr schliessen, der die Produkte jener fernen Gegenden den Bewohnern der Walldörfer am Ohio zuführte.

An die Erwähnung der Geräte aus Stein reiht sich folgerichtig die Betrachtung derjenigen aus Kupfer, denn auch dies Material war den Moundbuilders nur ein hämmerbarer Stein: die Kunst, das Metall zu schmelzen und es in Formen zu giessen, blieb ihnen verborgen. Was man früher für Gussnähte, für Abdrücke des Sandes der Gussformen hielt, hat sich als Verwitterungsprodukt herausgestellt, die Form der Geräte zeigt nirgends ein der Gusstechnik entlehntes Motiv (Hohlcelt, Paalstab, Henkelöse), sondern ist, wie z. B. die meist bogenförmige Gestalt der Schneide bei Äxten, Messern etc. oder die Umbiegung des Handgriffteils zur Befestigung an den Stiel, ein Produkt der Bearbeitung mit dem Hammer; auch die auf Kupfergeräten vorkommenden Silberkörnchen zeigen, dass eine Schmelzung nicht stattgefunden haben kann,

weil sich sonst beide Metalle hierbei zu einer Legierung verbunden hätten. Die Kupfergeräte, welche in den Mounds gefunden worden sind, sind Lanzen- und Pfeilspitzen, Beile, Meissel, Messer, Pfriemen, ferner allerlei Schmuckgegenstände, Platten, Armringe, Röhrchen, Perlen, dünne plattierte Gegenstände etc.

Gediegen Kupfer kommt in vorzüglicher Reinheit und in grosser Mächtigkeit am Südufer und auf den Inseln des Lake superior vor: hier ist auch ein ausgedehnter vorhistorischer Bergbau auf die reichen Metallgänge nachgewiesen, und es liegt nahe, die Kupferfunde in den Ohio-Mounds mit den alten Kupfergruben in Verbindung zu bringen. Doch darf man dabei nicht vergessen, dass auch in der Drift am Ohio noch immerhin ziemlich häufig erratische Massen von gediegen Kupfer vorkommen, aus welchen manche der doch immer verhältnismässig seltenen Kupfergeräte angefertigt worden sein mögen; auch durch den Handel, der sicherlich bei den Moundbuilders bestand, mag manches Stück seinen Weg zu den Dörfern am Ohio gefunden haben. Jedenfalls besitzen die Museen der näher an der Kupferregion des Lake superior gelegenen Staaten ein bei weitem reicheres Kupfergerät-Inventar als diejenigen Ohios und es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass wir die alten Kupferarbeiter eher in Wisconsin und Iowa zu suchen haben als an den weit entfernten Ufern des Ohio.

Kupfer war übrigens nicht das einzige bergmännisch gesuchte und gewonnene Mineral des vorgeschichtlichen Amerika: Zahlreiche Steatitbrüche in den Ufergebirgen beider Ozeane, Gruben auf Glimmer in den Alleghanies, Steinbrüche auf den Quarzit der flint ridge in Ohio beweisen, dass die verschiedensten Mineralien bergbaulich gewonnen wurden. Wir dürfen uns indessen die Fortschritte in der Entwickelung des Bergbaus nicht allzugross denken: er ist nirgends mehr als Steinbruchsarbeit, selbst in den schmalen Gängen der Kupferadern von Keweenaw ist er offener Tagbau geblieben, der mit groben Steinhämmern und mit Hilfe von Feuer, um die Gesteine mürber zu machen, in recht primitiver Weise, wenn auch auf sehr ausgedehnte Strecken hin betrieben wurde.

Die aus den Mounds stammenden keramischen Produkte sind oft mit grosser Sorgfalt gearbeitet, kein einziges Stück aber ist bekannt, das mit Hilfe der Drehscheibe angefertigt worden wäre. Der Thon wurde gewöhnlich mit Körnchen von feingestossenem Quarz, von Granit mit schön schillerndem Muscovit oder rötlichem Lithionglimmer, manchmal auch mit gestossenen Muschelschalen versetzt. Ächte Glasur fehlt stets; wo eine solche vorhanden ist, handelt es sich um europäische Gefässe, die in Mounds gefunden worden waren (z. B. in Florida). Die Gefässe zeigen sämtlich eine mangelhafte Fuss- und Halsbildung. Wo Henkel anzubringen versucht werden, sind sie nicht grösser, als dass man eben einen dünnen Strick durch sie hindurchführen kann; häufig vertreten knopfähnliche Hervorragungen, bisweilen als Gesichter geformt, die Stelle der Henkel. Die Gefässe sind Wasserkrüge, grössere und kleinere Schüsseln, Vasen, Urnen etc., die oft die Gestalten von Vögeln, Vierfüsslern, nicht selten auch des Menschen darstellen. Das Flächenornament ist selten plan- und kunstvoll; oft ist die ganze Fläche mit Punkt-, Kreis- und

Strichverzierungen überdeckt. Flechtmotive sind bei manchen Gefässen direkt vom Flechtwerk auf den Thon übertragen, indem der Topf innerhalb eines Korbes geformt wurde. Wenn sie aus freier Hand aufgezeichnet wurden, sind sie immer roh und ungeschickt. Wellenförmige Verzierungen werden gern gewählt, einzelne Gefässe zeichnen sich durch schöne spiralige Zeichnungen aus, kompliziertere Gewebsmotive kommen nicht vor.

Von besonderem Interesse sind die Tabakspfeifen, welche uns die Mounds in grösserer Zahl hinterlassen haben.

Die typische Moundpfeife besteht aus einem breiten und flachen, leichtgekrümmten länglichen Bodenstück und dem auf der Mitte desselben aufsitzenden Pfeifenkopf. Letzterer hat eine bis in das Bodenstück hinabreichende Höhlung, die mit der engeren, durch die Achse der einen Basishälfte gelegten Bohrung kommuniziert; die andere Basishälfte ist undurchbohrt und diente als Handgriff. Als Material der Pfeifen wurde mit Vorliebe der Catlinit (Pfeifenstein), ferner andere Arten von bunten Gesteinen, besonders ein rötlicher Porphyr, auch gebrannter Thon benutzt. Der Pfeifenkopf ist immer der künstlerisch bearbeitete Teil der Pfeife: Gegenstand der Darstellung sind Menschenköpfe (vier zum Teil recht charakteristische Darstellungen aus dem Pipe-mound in Mound city), ferner sehr verschiedene Tiere, wie Biber, Otter, Wildkatze, Adler, Habicht, Reiher, Eule, Rabe, Papagei (der auch noch in Ohio wild vorkommen soll), Frosch etc. Andere Tiere sind weniger sicher zu identifizieren; am meisten Aufsehen machte darunter eine in 7 Exemplaren aus Mound city vorkommende Form, die man als Manati deutete. Sie stellte offenbar ein aus dem Wasser auftauchendes Tier vor, ob dies aber gerade ein Manati sein soll, wie Squier annimmt, dürfte doch noch der Entscheidung eines Zoologen vom Fach zu überlassen sein.

Ohne Zweifel beweisen diese Pfeifen eine sehr bemerkenswerte Künstlerschaft ihrer Verfertiger; wir müssen oft ebensosehr die naturwahre Auffassung des dargestellten Gegenstandes als die technische Sicherheit der Hand und die liebevolle Ausführung bewundern; es ist als ob sich alle künstlerische Begabung und Handfertigkeit auf diese eine Spezialität konzentriert habe. Die betreffenden Tiere sind in Form, Ausdruck und Bewegung oft äusserst lebendig erfasst und charakteristisch dargestellt. Um das richtige Mass für die Bedeutung dieser kleinen Kunstwerke zu finden, dürfen wir aber nicht vergessen, dass sie zum grössten Teil (gegen 200 Stück) in einem einzigen, dem sogenannten Opfer-Mound in der erwähnten Mound city gefunden wurden. Wir dürfen dieselben also wohl alle unbedenklich auf einen gemeinsamen Ursprung, vielleicht auf eine einzige Künstlerfamilie oder selbst auf eine einzige Hand zurückführen, die ganz besonders in ihrer Kunst hervorragte. Sehen wir ab von den Pfeifen dieses einen Mound, so bleibt nur ein Rest übrig, den man im Vergleich zu jenen höchstens als handwerksmässiges Mittelgut bezeichnen darf, der aber sicherlich einen richtigeren Massstab für das durchschnittliche künstlerische Können der Moundbuilders gibt als die weit vollendeteren Produkte eines hervorragenden Künstlers, mit welchen ein günstiges Geschick die hochverdienten Moundforscher wie mit einer Prämie ausgezeichnet hat.

Wir müssen gleichsam als Anhang zu den kleineren Altertümern der Mounds noch der »inscribed tablets« gedenken, flacher Steine mit eingeritzten rohen Bildern oder alphabetähnlichen Zeichen, die der Zufall oder Betrug von Zeit zu Zeit allzu begeisterten Moundforschern in die Hände spielt. Was ist nicht alles aus diesen Steinchen herausgelesen worden! Der Fleiss (weniger der Scharfsinn) ist staunenswert, mit dem man sich abmühte, alle bekannten Alphabete der Welt durchzumustern, um einen Zusammenhang der Moundbuilders mit Völkern der alten Welt herauszufinden. Und wie schön wurde dieser Fleiss belohnt! Man hat glücklich: griechische, etruskische, altgallische, altpersische, phönizische, altbritische, keltiberische, hebräische, cypriotische, hittitische, ja selbst koreanische Zeichen auf diesen Steinchen herausgelesen, lange Inschriften Wort für Wort entziffert, die tiefsinnigsten Spekulationen über die ethnologische Zugehörigkeit der Moundbuilders und ihrer Kultur daraus abgeleitet.

Es braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass keines dieser berüchtigten tablets unverdächtig ist, und dass alle, mit welchen sich die Kritik bisher ernstlich beschäftigt hat, sich als grobe Fälschungen erwiesen haben.

Gehen wir nach der Betrachtung der Mound-Artefakte zu den uns erhaltenen Resten der Moundbuilders selbst über und zwar zunächst zu den Schädeln, so fällt uns sofort eine grosse Verschiedenheit in den Ansichten der einzelnen Moundkraniologen auf: so viel Autoren, so viel Meinungen! Jeder, der über Moundschädel geschrieben hat, schildert seine charakteristischen Eigenschaften anders; von dem in den Ancient Monuments Squiers abgebildeten Scioto-Moundschädel sagt Foster, dass er »vom echten Moundbuilderschädel in seinen charakteristischsten Zügen weit verschieden ist«. Mortons Moundschädel haben wieder andere Eigenschaften, die zu Fosters Moundbuildertypus nicht passen, der Schädel des Grave creek mound »entspricht dem indianischen Typus«. Leider gibt Foster selbst kaum ein genügendes Bild von dem, was er unter dem echten Moundtypus versteht. Welcher Geist seine Behandlung dieser Fragen beherrscht, mag daraus hervorgehen, dass er uns an der Schädelbildung demonstriert: »es ist zweifellos, dass die Moundbuilders sich weder durch grosse Tugenden, noch durch grosse Laster auszeichneten, sondern ein sanftes, friedfertiges Volk waren, das einem hinterlistigen, grausamen Feind leicht unterliegen musste.« An einer anderen Stelle sagt er: »all' diese Beispiele deuten auf niedrige intellektuelle Begabung, die nur wenig über die des Idioten hinausragte«, ganz im Widerspruch mit der hohen Meinung, die er sonst von den Trägern dieser Schädel hat.

Alle früheren Beschreibungen der Moundschädel sind so vag, dass wir nicht viel damit anfangen können. Wirklich gute Arbeiten über Moundkraniologie besitzen wir nur von Wyman, über 24 Moundschädel aus Kentucky, und von L. Carr, der eine grössere Anzahl (67) aus den Steingräbern Tennessees stammende Schädel untersucht und beschrieben hat. Beide Arbeiten beweisen uns eine ausserordentlich grosse Variabilität der Form, Breiten- und Höhen-Index schwanken in einem Masse, dass wir diese Schädel, obgleich an derselben Lokalität gefunden, doch nicht für einer einzigen Rasse zugehörig ansehen könnten, wenn nicht

die Mehrzahl derselben offenbare Spuren künstlicher Verbildung aufwiese, so dass wir es bei ihnen nicht mehr mit natürlichen Formen zu thun haben. Die Mehrzahl der Moundschädel sind Kunstprodukte, unterworfen der Laune der Mode und des Zufalls, und daher in so hohem Grade variierend. Damit erklären sich auch einfach die einander so sehr widersprechenden Angaben früherer Autoren.

Von den übrigen osteologischen Eigentümlichkeiten ist nur hervorzuheben eine an vielen Tibien weit auseinander liegender Bezirke (Florida, Kentucky, Tennessee und Michigan) beobachtete Abflachung, die besonders in Michigan stellenweise als hochgradige Platyknemie auftritt. Sehr kräftige Muskelansätze hat Wyman bei den Schädeln alter Florida-Indianer gefunden, und unser Ecker hat ausserdem noch an einer Anzahl vom Verfasser in Florida ausgegrabener Moundschädel das häufige Vorkommen eines torus occipitalis konstatiert.

Es bleibt uns noch übrig, die Thatsachen ins Auge zu fassen, welche geeignet erscheinen könnten, Licht über das Alter der Mounds zu verbreiten. Auch hier ist man nicht immer ganz frei von vorgefasster Meinung zu Werke gegangen: dieselbe Neigung, in den Mounds etwas sehr grossartiges zu erblicken, liess auch die zeitlichen Thatsachen bedeutender erscheinen, als sie es in der That sind: ist man doch so weit gegangen, die Mounds in eine geologisch abgeschlossene Periode hinaufrücken zu wollen, eine Annahme, die man damit beweisen wollte, dass die Mounds sich nie auf der untersten Thalstufe befänden, sondern immer nur auf den höheren Terrassen der Thäler; man glaubte daher, dass seit der Errichtung der Mounds die ganze, sehr lange Zeit verstrichen sei, während welcher sich der Fluss bis zu seinem jetzigen Niveau allmählich eingeschnitten habe. Eine einfachere Erklärung liegt viel näher: bei den starken Überschwemmungen jener Bezirke wird die unterste Thalsohle sehr gewöhnlich ganz mit Wasser bedeckt. Als ich im Frühjahr 1870 die Thäler des Scioto, Miami etc. durchwanderte, war überhaupt von der untersten Thalterrasse nichts zu sehen, sie war eine einzige grosse Wasserfläche. Es war sehr natürlich, wenn die früheren Bewohner der Ringwälle ihre Hütten und ihre Gräber nicht den immer wiederkehrenden Zerstörungen des Wassers aussetzen wollten und sich aus diesem Grund auf den höheren Thalstufen ansiedelten.

Etwas positiveren Anhalt für die Altersbestimmung der Mounds gewähren die auf ihnen wachsenden Bäume, bei welchen in manchen Fällen mehrere hundert, ja bis zu 800 Jahresringe gezählt worden sein sollen (wobei freilich in den meisten Fällen mehr eine hochgegriffene Schätzung, als eine exakte Zählung stattgefunden haben mag). Man war aber auch damit noch nicht zufrieden, sondern berechnete, dass nach der Verödung der Wälle zuerst lange Zeit verstrichen sein müsse, während welcher sie überhaupt keinen Baumwuchs getragen hätten; darauf sei eine Anzahl von Generationen aller möglichen gemischten Baumarten gekommen, und die auf den Mounds angetroffenen Bäume seien erst das Ergebnis einer, viele Generationen hindurch fortgesetzten natürlichen Auslese. Hier ist der Wunsch, den Mounds ein fabelhaftes Alter zu geben, der Vater des Gedankens gewesen. Es ist wohl kaum

nötig, näher auf diese Ausführungen einzugehen; die Thatsachen sagen uns nur, dass auf einzelnen Mounds Bäume von hohem Alter standen; über das Alter der vielen Wälle und Mounds, welche keine grossen Bäume trugen, erfahren wir durch jene einzelnen Fälle nichts. Von vornherein aber ist es ja wahrscheinlich, dass die ganze Periode, innerhalb welcher Mounds gebaut wurden, nicht in einer kurzen Spanne Zeit eingeschlossen ist; es gibt selbstverständlich ältere und jüngere Mounds, und die ältesten mögen wohl manches Jahrhundert vorüberziehen gesehen haben. Das schliesst aber doch nicht aus, dass nicht lange nachher, ja bis in die historische Zeit hinein, Mounds gebaut worden sein können.

Auch der Erhaltungszustand der in den Mounds bestatteten Skelette ist nur ein ganz unzuverlässiges Mittel zur Schätzung des Alters. Der geringe Gehalt der Knochen an organischer Substanz ist ein um so wertloseres Kriterium, als in den Mounds sehr häufig Feuereinwirkung zu erkennen ist. Und überdies sind die Knochen noch gar nicht einmal immer so stark verwittert, als man nach den häufigen Angaben von Antiquitätenjägern glauben sollte: gute Forscher, wie Putnam, Carr etc. haben ganz stattliche Reihen von wohlerhaltenen Schädeln und anderen Knochen den Mounds entnommen.

Für die Annahme eines hohen Alters der Mounds hat man endlich noch den Grund ins Feld geführt, dass sich keine europäischen Artikel in den Mounds fänden, sowie dass die Tradition vollständig schweige über diese Erdwerke. Es sei uns gestattet, später noch näher auf die Frage nach dem Alter zurückzukommen; hier genüge nur die Andeutung, dass beides nicht richtig ist: bei den verschiedensten Indianern haben sich Traditionen über die Moundvölker erhalten, und in den Gegenden, in welchen frühzeitig ein Verkehr mit den Weissen stattfand, sind europäische Waren, glasierte Töpfe, Metallgegenstände, Glasperlen etc. keine Seltenheit in den Mounds. Ja noch mehr: sehr zahlreich sind die Fälle, wo uns europäische Reisende Augenzeugnis hinterlassen haben von der Errichtung von Mounds aller Kategorien.

Ziehen wir das Fazit aus dem, was uns die Beobachtung lehrt: Die Mounds wurden von ganz verschiedenen, sesshaften Stämmen errichtet; diese hatten die mehr zentralen Teile des Mississippi-Gebietes, z. B. in Ohio dicht besiedelt, sie wohnten hier in befestigten Dörfern. Über die Form ihres Staatswesens sowie über ihr religiöses Leben geben uns die Mounds keine Aufschlüsse. Die Kulturstufe der Erbauer der Mounds ist charakterisiert einerseits durch die Ausübung eines ausgedehnten Feldbaues, anderseits durch den Mangel der Kenntnis, Metall zu giessen. In der Kunst des Webens und der Töpferei waren einige Fortschritte gemacht; einzelne künstlerische Leistungen, besonders in kleinern Steinskulpturen, ragen weit über das nur mittelmässige Durchschnittsniveau ihrer bildenden Kunst hinaus. Die Schädel sind zum grössten Teil Artefakte, künstlich verunstaltet, wie so viele Schädel Amerikas. Die Zeit der Mounds reicht wahrscheinlich eine Reihe von Jahrhunderten über die Entdeckung der neuen Welt zurück, anderseits aber bis in die historische Epoche Nordamerikas herab. (Schluss folgt.)

Mehrzehige Pferde.

Von

Dr. H. von Ihering.

(Hierzu 1 Holzschnitt.)

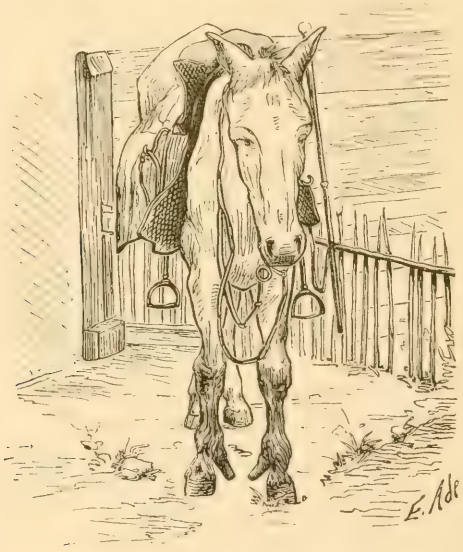
Die Frage der Polydaktylie lebender Pferde ist im »Kosmos« wiederholt und eingehend behandelt worden. Der im folgenden erwähnte, von mir beobachtete Fall würde daher kaum zu einer speziellen Mitteilung mich haben veranlassen können, wenn nicht einige besondere und wohl neue Momente hierbei geltend gemacht werden könnten.

Es ist mir in den $3^1/_2$ Jahren meines Verweilens in Rio Grande die Polydaktylie der Pferde so häufig entgegengetreten, dass ich notwendig auf die Idee kommen musste, dieselbe sei hier, resp. in den gemässigten Teilen von Südamerika, relativ viel häufiger anzutreffen als in Europa. Ich habe in der That kaum mit irgend einem vielgereisten Kenner des Landes hier über diese Angelegenheit verhandeln können, der nicht mehrere hierher gehörige Fälle, zum Teil bis 6 und mehr derselben beobachtet hätte. Mir selbst kam nur der umstehend abgebildete Fall zur Beobachtung. Die Vermehrung betraf die Vorderfüsse und es war die 2. Zehe, also die innere, welche überzählig ausgebildet war. Diese abnormen Gebilde waren verhältnismässig sehr stark entwickelt, indem die Nebenhufe 87 mm lang und 35 mm breit waren. Sie berührten den Boden nicht und schlotterten ziemlich locker am Haupthufe herum. Der Mann, ein Passant vom Hochlande, bot mir, als er mein Interesse an der für ihn nichts weniger als erwünschten Abnormität bemerkte, das Tier zum Kauf an, und es reizte mich wohl momentan der Gedanke, dass solch' ein »Cavallo a seis cascos« ein ganz passendes Leibross für einen Jünger Darwins sein müsse. Doch machte rasch der Gedanke, dass hier das utile cum dulci sich nicht decke, der Lust ein Ende. In der That ist nach übereinstimmender Versicherung aller, die solche Tiere kannten oder ritten, das Reiten, zumal in hohem Grase, mit ihnen lästig und selbst unsicher.

In den meisten Fällen ist die Polydaktylie die gleiche wie die hier beschriebene, aber ein Fall wurde mir von einem achtzehigen Pferde berichtet. Dass es immer die innere Zehe des Vorderfusses ist, welche wieder erscheint, spricht für Hensels Ansicht, wonach die innere Zehe des Vorderfusses zuletzt verloren gegangen sei. Niemals wurde hier Polydaktylie am Maultier gesehen, trotzdem die Zahl der mulas (Eselhengst und Pferdestute) zumal auf dem Hochlande, wo ihre Zucht noch

in Blüte steht, eine sehr grosse ist. Dagegen sind an den hiesigen Maultieren auffallend die schwarzen Zeichnungen, der fast regelmässig vorhandene breite mediane Rückenstreifen und die häufig zu beobachtenden schwarzen Ringel an den Vorderbeinen. Streifen an der Körperseite, über den Rippen, kommen aber soviel ich weiss nicht vor.

Wenn ich die verhältnismässig grosse Zahl der sechszehigen Pferde, von denen ich erfuhr, und die mutmassliche Gesamtzahl der Pferde Rio Grandes in betracht ziehe, so muss ich die Häufigkeit des Vorkommens der Polydaktylie auf etwa 1 zu 100 000 taxieren. Das ist ein relativ hohes Verhältnis. Wenn man auch nur auf 200 000 Pferde einen Fall zugeben wollte, so würde das, auf deutsche Verhältnisse übertragen, immerhin voraussetzen, dass solcher 6zehiger Pferde zur Zeit in Deutschland mindestens 20 existieren, was schwerlich auch nur annähernd der



Wirklichkeit entsprechen möchte. Es drängt sich hierdurch der Gedanke auf, ob das nur Zufall sei oder ob nicht doch hier eine Kontinuität in der Lebensreihe von *Equus*, wenn auch nur in wenigen Gegenden und in beschränktem Masse bestanden habe, welche den Entdeckern und ersten Besiedlern des Landes, durch welche Pferde eingeführt wurden, entgangen sein könnte. Jedenfalls existierte im Pleistocän das Pferd noch in Rio Grande, da ich aus alluvialem Boden Pferdezähne erhielt, die beim Graben eines Brunnens gefunden worden und bis in die kleinsten Details mit den entsprechenden Zähnen von *Equus caballus* übereinstimmend waren. Möglich wäre es ja immerhin, dass unter den für »verwildert« gehaltenen Pferden Südamerikas auch noch Reste des alluvialen einheimischen Pferdes sich befunden hätten.

Sei es zum Schluss noch gestattet, die Atavismusfrage kurz zu berühren. Die Wiederkehr der in der Stammesgeschichte des Pferdes

uns entgegentretenden inneren (zweiten) Zehe ist an und für sich ohne Zweifel als Atavismus aufzufassen. Gleichwohl wird man das nicht in so weitem Umfange anzunehmen haben, dass man auch Grösse, Form etc. dieser accessorischen Zehe als genau mit der einst vorhandenen übereinstimmend anzusehen hätte. Es ist schwerlich anzunehmen, dass die verschwundene zweite Zehe der Vorfahren unseres Pferdes ein so unbequemes und störendes Glied gewesen, wie die abnorm wiederkehrende es ist. Die Wiederanlage dieser Zehe ist demnach ein Fall von Restitutions-Atavismus, da sie ja normaler Weise beim Embryo nicht angelegt ist. Da meine bezüglichen Erörterungen über Atavismus an einer Stelle sich finden, wo sie wenige suchen würden, nämlich in der Vorrede zu meinem Werke über »das peripherische Nervensystem der Wirbeltiere und die Regionenbildung der Wirbelsäule« (Leipzig 1878), so lasse ich hier den betreffenden Passus in Wiederholung folgen.

Es zeigt sich nämlich, heisst es da bezüglich der Homologie der Segmente, dass bei einem Individuum einer Art ein ganzes Segment vorhanden sein kann, welches bei dem anderen überhaupt kein Homologon besitzt, etwa wie einer der Arme eines sechsarmigen Seesterns bei den mit 5 Antimeren versehenen Individuen kein Homologon hat. Häufig ist der Ausfall oder das Auftreten des betreffenden Segmentes in atavistischem Sinne zu verstehen. So ist für die Säugetiere die ursprüngliche Zahl der dorsolumbalen Wirbel 19 und zwar ist für die placentalen Säugetiere das bei den Beuteltieren bestehende Verhalten der Ausgangspunkt, wobei 13 dorsale und 6 lumbale Wirbel existieren. Wenn nun für eine beliebige Art das Vorhandensein von 12 dorsalen und 6 lumbalen Wirbeln die Regel bildet, so ist das ausnahmsweise Wiederkehren des 13. Dorsalwirbels als Atavismus zu deuten. So z. B. beim Lemming. Ich bezeichne diese Form des Atavismus als Restitutions-Atavismus, bei welchem es also zur ausnahmsweisen Ausbildung eines für gewöhnlich nicht vorhandenen und auch embryonal nicht angelegten Teiles kommt. Ihm steht entgegen der Retentions-Atavismus, bei welchem durch Persistenz und Weiterbildung eines normalen Embryonalstadiums die frühere phylogenetische Stufe wieder erscheint. Hierhin ist z. B. zu rechnen die Ausbildung des 13. Rippenpaares des Menschen oder die Ausbildung des ersten Sakralwirbels des Menschen als letzten oder 6. Lendenwirbel. Die meisten Atavismen sind Retentions-Atavismen. Die Zahl der mir bekannten Fälle von Restitutions-Atavismen ist bis jetzt nicht gross, doch sei hier daran erinnert, dass das Auftreten von links gewundenen Schnecken in sonst rechtsgewundenen Gattungen und Arten eine auf Situs inversus zurückzuführende Abnormität darstellt, wogegen das Auftreten rechtsgewundener Exemplare in linksgewundenen Arten als Restitutions-Atavismus zu bezeichnen ist.

Taquara do Mundo novo. Prov. Rio Grande do Sul (Brasilien). 28. November 1883.

Zoogeographische Übergangsregionen.

Von

C. J. Forsyth Major in Porto Santo Stefano, Toscana.

Es verhält sich mit organogeographischen Regionen ähnlich wie mit den Abteilungen der Systematik; je nach dem Standpunkt des betreffenden Forschers und je nach dem Standpunkte des Wissens werden dieselben mehr oder weniger natürlich ausfallen.

Die heute ziemlich allgemein von den Zoologen angenommenen tiergeographischen Regionen sind die bereits 1857 von Sclater vorgeschlagenen ornithologischen Provinzen, welche von Wallace in seinem grossen Werke »The Geographical Distribution of Animals« mit geringen Modifikationen adoptiert wurden und sich infolge dessen rasch in der zoologischen Litteratur eingebürgert haben. Es sind die folgenden sechs:

1) Die paläarktische Region: Europa, gemässigtes Afrika bis zum Wendekreis des Krebses, gemässigtes Asien.

2) Die äthiopische Region: Afrika und Arabien südlich vom Wendekreis des Krebses, Madagaskar und die Maskarenen.

3) Die orientalische Region (indische Sclaters): Indien südlich vom Himalaya, Sundainseln bis Bali, Borneo, Philippinen.

4) Die australische Region: Von Celebes und Lombok an nach Osten: Australien, Neuseeland und Polynesien.

5) Die neoarktische Region: Grönland, Nordamerika bis Nordmexiko.

6) Die neotropische Region: Tropisches Nordamerika, Westindien und Südamerika.

Was die Grenzen der einzelnen Regionen betrifft, so geht schon aus den Prinzipien, auf welchen die neuere Organogeographie beruht, hervor, dass in den meisten Fällen von scharfer Abgrenzung derselben gegen einander keine Rede sein kann. Aber, wie Ed. v. Martens sagt, »der menschliche Verstand sucht für seine Abstraktionen bestimmte Grenzen«. Wallace hat überall scharfe Grenzen gezogen. Dabei stützt er sich in einzelnen Fällen allerdings auf die Annahme einer durchgreifenden Verschiedenheit der diesseits und jenseits der Grenzlinie befindlichen Faunen. So in dem berühmt gewordenen Beispiel von Bali und Lombok, zwei Inseln des malaiischen Archipels, die am schmälsten Punkte des sie trennenden Kanals nicht mehr als 15 engl. Meilen von einander entfernt sind und dennoch nach Wallace grosse Verschiedenheit der beider-

seitigen Faunen, namentlich der Vögel darbieten. Demgemäss zieht Wallace auch die Grenze zwischen australischer und orientalischer Region zwischen diesen beiden kleinen Inseln durch; und weiterhin westwärts von Celebes. In andern Fällen ist die Annahme einer bestimmten Grenzlinie mehr aus praktischen Gründen motiviert; so bei der Verteilung der arktischen zirkumpolaren Fauna auf die paläarktische und die neoarktische Region; oder bei der Annahme des Wendekreises des Krebses für die Trennung der paläarktischen von der äthiopischen Region; obwohl den ersteren Fall betreffend zugestanden wird, dass die Zirkumpolarzone paläarktischer und neoarktischer Region gemeinsam sei[1]; und in betreff des letztern, dass die grosse vom Atlantischen Ozean durch Arabien nach Zentralasien sich erstreckende Wüstenzone ein Verbindungsglied sei zwischen den paläarktischen, äthiopischen und orientalischen Regionen und eine Anzahl von ganz oder doch fast ganz auf dieses Gebiet beschränkten Wüstenformen enthalte[2].

Unsere Ansicht geht dahin, dass, wo solche Übergangsgebiete existieren, dieselben gebührend berücksichtigt werden sollten, auch auf den organogeographischen Karten, da sonst ganz unrichtige Vorstellungen von geographischer Verteilung der Organismen verbreitet werden. Praktische Gründe sollten dabei in letzter Linie in Betracht kommen. Wenn eine Einteilung auf die Bezeichnung »natürlich« Anspruch haben soll, so können keine Bedenken äusserer Natur, wie Zahl oder Ausdehnung der einzelnen Regionen, Übersichtlichkeit derselben auf den betreffenden Karten u. s. w. in Berücksichtigung kommen. Was letzteren Punkt betrifft, so sollte durch die Farbe des Übergangsgebietes angedeutet sein, zwischen welchen Regionen dasselbe intermediär ist. Alle Einzelheiten können selbstverständlich auf einer Karte nicht zur Darstellung kommen, ganz abgesehen davon, dass die Menge des darzustellenden Details sich nach den Dimensionen jener wird zu richten haben. Wie viel in dieser Beziehung bei einiger Geschicklichkeit des Kartenstechers geleistet werden kann, beweist die Karte der zoologischen Regionen in Wallaces Island Life[3], die, in Kleinoktavformat, durch verschiedene Schraffierung einer einzigen Farbe (Sepia) die sechs zoologischen Regionen in der anschaulichsten Weise darstellt.

Das Mittelmeergebiet wird von Wallace als Unterregion der paläarktischen Region betrachtet und demselben folgende Ausdehnung gegeben: Alle Länder Europas südlich der Pyrenäen, der Alpen, des Balkans und des Kaukasus; alle südlichen Mittelmeerküsten bis zum Atlas und über denselben hinaus, einschliesslich des extratropischen Gebiets der Sahara und des zweiten Nilkatarakts. Nach Osten die Nordhälfte Arabiens, ganz Persien, Beludschistan und Afghanistan bis zu den Ufern des Indus.

Heutigen Tages kann die Organogeographie, so wenig als die Systematik, der Paläontologie entraten, welche uns für viele rätselhaft erscheinende Fälle heutiger Verbreitung den Schlüssel in die Hand gibt

[1] Geographical Distribution of Animals II, p. 135. — [2] id. ib. I, p. 69—71. — [3] p. 30—31.

und welche uns daher auch als Ausgangspunkt bei der folgenden Betrachtung dient.

Noch zur Pliocänzeit erstreckte sich die orientalische Region in weiter Ausdehnung nach Westen, wohl über den grössten Teil der heutigen paläarktischen Region. Die ältere siwalische Säugetierfauna kann über Nordafrika und Europa bis nach Spanien verfolgt werden; aber auch die jüngere siwalische Fauna, welche wenig Abweichung zeigt von der heutzutage in der orientalischen Region und — für eine Anzahl Formen — speziell in der indomalaiischen Unterabteilung derselben noch fortdauernden Säugetierfauna[1], ist identisch mit der Valdarnofauna, die ihrerseits, ausser in Oberitalien (Asti), noch in Frankreich (Auvergne) und England vertreten und auch in Nordafrika neuerdings zum Vorschein gekommen ist und Überreste, in etwas veränderter Form, im Quaternär von ganz Europa und Nordafrika zurückgelassen hat[2]. Zum Teil der Eiszeit, zum Teil dem direkten und indirekten Einfluss des Menschen müssen wir es zuschreiben, dass die Säugetiere von pliocänem Typus fast ganz vom Boden des heutigen Europa und teilweise aus der Mittelmeerregion überhaupt verschwanden, während sie einerseits im Süden, wo sie fast den ganzen afrikanischen Kontinent überschwemmt haben, anderseits im Osten, in der orientalischen Region fortexistieren. Die gegenwärtig bestehende fast vollständige Trennung dieser beiden Gebiete datiert aus relativ sehr junger Zeit, infolge stattgefundener Versenkungen im heutigen Mittelmeere[3] und der sehr späten Bildung des Golfs von Suez und des roten Meeres[4].

Es wird gewöhnlich angenommen, das tropische Afrika habe während des Eocäns einen Insel-Kontinent gebildet, ähnlich wie heute Neuholland, sei demnach von Europa und Asien durch das Meer getrennt gewesen[5]. Durch Hebung des Nummuliten-Meeres während der Miocän-Periode soll dann eine Verbindung zwischen Dekkan und Afrika, etwa in der Richtung einer Linie zwischen Abessinien und der Gangesmündung hergestellt worden sein, wodurch den miocänen Säugetieren ermöglicht wurde, Afrika zu besiedeln[6].

Dagegen ist zu bemerken, dass die hier in erster Linie in Betracht kommenden Säugetiere Afrikas und Asiens unter sich und mit den pliocänen, ja selbst postpliocänen Faunen Europas, Nordafrikas und Indiens mehr Übereinstimmung zeigen als mit den miocänen. Ebensowenig ist der Hinweis auf die Pikermifauna, von der ein Teil der heutigen äthiopischen Säugetierfauna abgeleitet wird, statthaft, obgleich wir demselben oft begegnen; denn einmal haben wir Pikermisäugetiere viel näher (in Spanien, Italien, Oran, Constantine), und zweitens steht, wie ich schon an

---

[1] cf. Forsyth Major, Die Tyrrhenis u. s. w., „Kosmos“ Bd. XIII, 1883, p. 3, 4.

[2] „Tyrrhenis“, p. 4, 5.

[3] ib. passim. — M. Neumayr, Zur Geschichte d. östl. Mittelmeerbeckens. Berlin 1882, p. 13 fgg.

[4] Neumayr, ib. p. 19 fgg.

[5] Wallace, Island Life, p. 390.

[6] Huxley, Anniversary Address to the Geological Society, 1870.

einem andern Orte hervorgehoben habe[1], die Pikermifauna den heute lebenden afrikanischen und indischen Säugetieren zeitlich und morphologisch ferner als diese den jüngerpliocänen (Valdarnofauna) und postpliocänen. Die pikermischen Antilopen sind fast sämtlich ausgestorbene Typen; *Camelopardalis attica* weicht von der lebenden Giraffe mehr ab als die jünger tertiären Formen dieses Genus; *Elephas* und *Equus* sind im Horizonte von Pikermi noch nicht vorhanden, sie erscheinen zum erstenmal in dem Horizont der Valdarnofauna. In ersterem sind allerdings die Genera *Rhinoceros*, *Sus*, *Hippopotamus*, *Hyaena*, *Felis* etc. bereits vertreten, aber die in Afrika und Asien lebenden Repräsentanten dieser Genera finden sich daselbst unter Formen, die den gleichnamigen des Pliocäns im Valdarno und gleichaltrigen Ablagerungen näher stehen als denen von Pikermi.

Ebenso müssen wir eine vollständige Trennung des tropischen Afrikas von Nordafrika und Europa während des Eocäns, als nicht im Einklang stehend mit den jetzt bekannten Thatsachen, ablehnen. Denn wie wäre sonst das Vorkommen lebender Säugetiere von eocänem Gepräge in der äthiopischen Region und hauptsächlich in Westafrika zu erklären? Der grösste Teil der Sahara war seit dem Ende der Kreide trocken gelegt, das rote Meer, wie schon erwähnt, bis zur jüngsten Vergangenheit nicht vorhanden. Seit Ende der Kreide bestand also eine Verbindung der äthiopischen Region mit Europa und Asien und war somit ein Austausch der beiderseitigen Tierbevölkerungen möglich[2]; und es müssen diese Verhältnisse ohne oder doch nur mit kurzen Unterbrechungen bis zum Postpliocän bestanden haben.

Demgemäss finden wir auch in der heutigen äthiopischen Fauna, wie in der orientalischen, eocäne, miocäne und pliocäne Typen. Zu letztern, die über die miocänen weit vorwiegen, sind zu rechnen unter Säugetieren die afrikanischen Formen von *Hystrix*, *Camelopardalis*, *Bubalus*, Antilopen, *Elephas*, *Equus*, *Rhinoceros*, *Sus*, *Hippopotamus*, *Hyaena*, *Felis* etc.

Wir sagten oben, die Säugetiere von pliocänem Typus seien fast ganz aus Europa verschwunden. In der heutigen terrestren Säugetierfauna Italiens zähle ich, mit Absehen von den zum Teil kosmopolitischen Fledermäusen, 51 Arten, von welchen 10, also 19,6 %, nördlich der Alpen nicht einheimisch sind. Wir dürfen also wohl annehmen, dass diese 10 kein paläarktisches Element der Fauna Italiens sind; um so mehr, da die Mehrzahl derselben ihre Erhaltung offenbar nur den isolierten Wohnorten verdanken[3] und durch ihre sonstige Verbreitung und Verwandtschaften teilweise sowohl nach Süden als nach Osten weisen. Es sind die 10 folgenden: Schakal (Dalmatien), Boccamela, sardisches Wildschwein, sardischer Hase, Kaninchen, Stachelschwein, *Pachyura suaveolens*, *Cervus corsicanus*, Damhirsch, Mouflon.

[1] Studien zur Geschichte der Wildschweine (Gen. Sus). Sep.-Abdruck aus Zoolog. Anzeiger 1883. Nr. 140. p. 5.

[2] Hauptsächliches Hindernis eines ungestörten Austausches war und ist die Wüste; in absoluter Weise aber wohl nur für wenige Formen, wie *Ursus* und *Cervus*.

[3] Vergl. „Tyrrhenis", p. 2—10.

Unsere Kenntnis von der Säugetierfauna der übrigen Mittelmeerländer ist einstweilen, was die kleinern Formen betrifft, noch zu lückenhaft, als dass es mir möglich wäre, in ähnlicher Weise wie für Italien auf Genauigkeit Anspruch machende Prozentzahlen zu liefern. Aus Gründen, die anderswo dargelegt wurden[1], ergibt sich, dass für Italien die Bedingungen für Erhaltung alter Formen ungünstiger sind als für die übrigen Mittelmeerländer. Spanien z. B. hat mit Italien die grosse Mehrzahl der oben genannten Säugetiere gemein; sicher fehlen ihm der Schakal und der Mouflon, welch' letzterer seit Plinius, aber mit Unrecht, als in Spanien lebend genannt wird. Dazu kommen noch der Affe von Gibraltar, eine oder vielleicht zwei Arten von *Herpestes*, die Viverre, zwei Formen einheimischer Steinböcke, und ohne Zweifel bei genauerer Durchsuchung noch andere Formen.

Zur herpetologischen Fauna übergehend, können wir auch für diese einstweilen keine genaue Statistik der ganzen Mittelmeerregion geben. Wir müssen uns daher auf einige genauer erforschte Gebiete beschränken; für unsern Zweck wird dies aber genügen. Mit Absehung von den Meerschildkröten zähle ich in Italien 53 Reptilien und Amphibien (40 Reptilien, 13 Amphibien), von welchen beinahe die Hälfte, d. h. 26, die Mittelmeerregion nach Norden nicht überschreiten. Es sind die folgenden:

1. *Coelopeltis lacertina.*
2. *Elaphis cervone.*
3. *Zamenis (Periops) hippocrepis.*
4. *Callopeltis quadrilineatus.*
5. *Rhinechis scalaris.*
6. *Coronella cucullata.*
7. *Coronella girondica.*
8. *Seps chalcides.*
9. *Seps (Gongylus) ocellatus.*
10. *Acanthodactylus vulgaris.*
11. *Psammodromus hispanicus.*
12. *Lacerta oxycephala.*
13. *Lacerta taurica*[2].
14. *Lacerta ocellata.*
15. *Notopholis Fitzingeri.*
16. *Phyllodactylus europaeus.*
17. *Hemidactylus verruculatus.*
18. *Platydactylus facetanus.*
19. *Testudo graeca.*
20. *Proteus anguinus* (Dalmatien).
21. *Euproctus Rusconii.*
22. *Geotriton fuscus.*
23. *Salamandrina perspicillata.*
24. *Salamandra corsica.*
25. *Pelodytes punctatus.*
26. *Discoglossus pictus.*

Von diesen 26 Arten werden die folgenden fünf auch aus der äthiopischen Region citiert:

1) *Coelopeltis lacertina:* Westafrika (Günther).
2) *Seps chalcides:* Südsahara (Tristram).
3) *Seps (Gongylus) ocellatus:* Arabien, Sennâr (De Betta); Abessinien (Lichtenstein, Günther).
4) *Hemidactylus verruculatus:* Sennâr (De Betta).
5) *Platydactylus facetanus:* Südsahara (Tristram), Abessinien (Lichtenstein).

Wahrscheinlich überschreiten den Wendekreis auch *Coronella cucullata*, *Lacerta ocellata* und *Bufo viridis*, die von Tristram in der Südsahara gefunden worden sind.

---

[1] „Tyrrhenis", p. 1. — [2] Es scheint mir natürlicher, die Krim zur Mittelmeerregion zu rechnen.

In demjenigen Gebiete der Mittelmeerprovinz also, welches durch seine Säugetiere und unzweifelhaft auch in anderer Beziehung noch am meisten Züge mit der übrigen paläarktischen Region gemein hat, finden wir beinahe 50 % seiner herpetologischen Fauna von jener ausgeschlossen, und jedenfalls 9,43 %, wahrscheinlich aber 15,09 % mit der äthiopischen Region gemeinsam.

Wenden wir uns nun zu einem zweiten Gebiet der Mittelmeerprovinz, welches der äthiopischen Region näher liegt. Von Marokko sind in bezug auf seine herpetologische Fauna einstweilen nur erforscht die Küstengegenden Tanger, Tetuan, Casablanca, Mogador, sowie die Route zwischen Mogador und Marokko. Der Atlas, Südmarokko und somit die Wüstenregion sind so gut wie unbekannt. So erklärt es sich auch, warum die Wüstenformen und überhaupt äthiopische Arten so spärlich in den bisherigen Publikationen figurieren. Die neueste Abhandlung Böttgers[1] weist 40 Reptilien und Amphibien (33 Reptilien, 7 Amphibien) in Marokko nach, von welchen 27, also 55 % zugleich Bewohner des südlichen Spaniens sind[2]. Über das Mediterrangebiet hinaus nach der übrigen paläarktischen Region sind die folgenden sieben verbreitet (17,5 %) und also 82,5 % von derselben ausgeschlossen.

1. *Zamenis viridiflavus.*
2. *Tropidonotus viperinus.*
3. *Lacerta muralis.*
4. *Bufo viridis.*
5. *Bufo vulgaris.*
6. *Hyla viridis.*
7. *Rana esculenta.*

Von den soeben genannten hat die Mehrzahl eine sehr weite Verbreitung in der alten Welt. *Bufo viridis* und *Rana esculenta* greifen wahrscheinlich auch auf die äthiopische Region über, da sie von Tristram in der Südsahara gefunden worden sind, anderseits sind diese beiden, sowie auch *Bufo vulgaris* und *Hyla viridis*, bis China und Japan verbreitet.

Mit Sicherheit aus der äthiopischen Region bekannt sind einstweilen nur die folgenden acht Mitglieder der marokkanischen herpetologischen Fauna:

1) *Zamenis (Periops) Cliffordi:* Nubien (Lichtenstein), Westafrika (Günther).
2) *Coelopeltis lacertina*: Westafrika.
3) *Naja haje:* Nubien (Lichtenstein), Sennâr (Peters), weisser Nil (Duméril u. Bibron), Kapland (Smith, F. Müller), Goldküste (Jan), Guineaküste (A. Dum.), Gabon (Hallowell), Senegal (Dum. u. Bibron, Steindachner etc.).
4) *Vipera arietans:* In Marokko aus dem Thal Sus südlich vom Atlas, Senegal (Dum. u. Bibr., Steindachner), Sierra Leone (Smith), Goldküste (Schlegel), Unter-Guinea (Günther, Barboza), ganz Südafrika (Smith), Kapland (Schlegel, F. Müller) etc.

[1] O. Böttger, Die Reptilien und Amphibien von Marokko, II. Abhandl. d. Senkenb. naturf. Gesellsch. Bd. XIII. 1. Frankfurt a. M. 1883, p. 93—146. — Siehe auch O. Böttger, Reptilien von Marokko und von den Kanarischen Inseln. ib. Bd. IX. Frankfurt a. M. 1874.

[2] l. c. p. 146.

5) *Seps* (*Gongylus*) *ocellatus:* Sennâr, Abessinien.
6) *Seps chalcides:* Südsahara.
7) *Platydactylus facetanus:* Südsahara, Abessinien.
8) *Chamaeleo vulgaris:* Südsahara (Tristram), Nubien (Lichtenstein), Abessinien (Rüppel und A. Duméril), Gebiet des weissen Nil (A. Duméril).

Aber wie gesagt ist die Wüstenregion Marokkos im Süden des Atlas noch gänzlich unerforscht und die vorstehenden acht Formen können demnach keineswegs als der prozentische Ausdruck des äthiopischen Elements in der marokkanischen Fauna gelten.

Das besser erforschte Algerien gibt uns schon einen ganz andern Massstab an die Hand. Die herpetologische Fauna Algeriens ist von Strauch bearbeitet worden[1]; bei der folgenden Darstellung ist Strauchs Abhandlung zu Grunde gelegt, mit Berücksichtigung der seither dazu gekommenen neuen Formen und der kritischen Bemerkungen Böttgers[2].

Ich zähle, nach Hinweglassung der Meerschildkröte, *Chelonia corticata* Rond., 76 Reptilien und Amphibien in Algerien. Von diesen hat die algerische Fauna mit der Italiens gemeinsam die folgenden 27, also 35,52 %:

1. *Cistudo europaea.*
2. *Platydactylus facetanus.*
3. *Hemidactylus verruculatus.*
4. *Phyllodactylus europaeus.*
5. *Lacerta ocellata.*
6. *Lacerta muralis.*
7. *Acanthodactylus vulgaris.*
8. *Pseudopus Pallasii.*
9. *Seps (Gongylus) ocellatus.*
10. *Seps chalcides.*
11. *Anguis fragilis.*
12. *Psammodromus hispanicus.*
13. *Coronella girondica.*
14. *Coronella cucullata.*
15. *Tropidonotus natrix.*
16. *Tropidonotus viperinus.*
17. *Periops hippocrepis.*
18. *Rhinechis scalaris.*
19. *Coelopeltis lacertina.*
20. *Vipera aspis.*
21. *Rana esculenta.*
22. *Discoglossus pictus.*
23. *Hyla arborea.*
24. *Bufo vulgaris.*
25. *Bufo viridis.*
26. *Salamandra corsica.*
27. *Euproctus Rusconii.*

Die mediterrane Provinz überschreiten nach Norden und finden sich auch in der übrigen paläarktischen Region die folgenden zehn:

1. *Cistudo europaea.*
2. *Lacerta muralis.*
3. *Anguis fragilis.*
4. *Tropidonotus natrix.*
5. *Tropidonotus viperinus.*
6. *Vipera aspis.*
7. *Rana esculenta.*
8. *Hyla arborea.*
9. *Bufo vulgaris.*
10. *Bufo viridis.*

Also sind, wenn von der mediterranen Provinz abgesehen wird, nicht weniger als 66 Vertreter der algerischen herpetologischen Fauna, oder 86,84 % von der übrigen paläarktischen Region ausgeschlossen, während doch Algerien zu dieser gezählt wird[3].

[1] Alexandre Strauch, Essai d'une Erpétologie de l'Algérie (Mémoires de l'Acad. Impér. des Sciences de St. Pétersbourg, VII. Série, Tome IV, Nr. 7, 1862).
[2] Abh. d. Senkenb. naturf. Gesellschaft XIII. 1. Frankfurt a. M. 1883, p. 141.
[3] Ich gebe im folgenden das Verzeichnis der erwähnten 66 Arten: 1. *Testudo campanulata.* 2. *T. ibera.* 3. *Clemmys caspia.* 4. *Chamaeleo vulgaris.* 5. *Platy-*

Die folgenden 11 werden ausdrücklich als auch innerhalb der äthiopischen Region lebend aufgeführt:

1) *Chamaeleo vulgaris.*
2) *Platydactylus facetanus.*
3) *Hemidactylus verruculatus.*
4) *Agama colonorum* Daud.: Senegal, Guinea, Abessinien[1].
5) *Acanthodactylus Savignyi* Aud.: Senegal.
6) *Scincus officinalis* Laur.: Südalgerien (Tristram), Nubien, Abessinien.
7) *Sphenops capistratus* Fitz.: Senegal.
8) *Seps (Gongylus) ocellatus.*
9) *Coelopeltis lacertina.*
10) *Seps chalcides.*
11) *Zamenis (Periops) Cliffordi* Schleg.

Diese 11 Arten repräsentieren aber ohne Zweifel nicht die Prozentzahl der Algerien mit der äthiopischen Region gemeinsamen Formen. Es ist bei der Gleichförmigkeit der Wüstenfauna von vornherein im höchsten Grade wahrscheinlich, dass sämtliche aus dem Süden Algeriens bekannten Wüstenformen auch die konventionelle Grenze zwischen paläarktischer und äthiopischer Region überschreiten, so dass voraussichtlich noch die folgenden 18 südalgerischen Reptilien und Amphibien sich auch südlich vom Wendekreis finden werden:

1. *Varanus Scincus.*
2. *Agama Bibroni.*
3. *Agama agilis.*
4. *Agama ruderata.*
5. *Agama Tournevillei* Lataste.
6. *Uromastix spinipes.*
7. *Uromastix acanthinurus.*
8. *Lacerta ocellata.*
9. *Acanthodactylus scutellatus.*
10. *Acanthodactylus lineo-maculatus.*
11. *Eremias pardalis.*
12. *Euprepes vittatus* Olliv.
13. *Euprepes Savignyi.*
14. *Simotes diadema.*
15. *Coronella cucullata.*
16. *Zamenis florulentus* Schleg.
17. *Psammophis sibilans.*
18. *Bufo viridis.*

dactylus facetanus. 6. *Hemidactylus verruculatus.* 7. *Phyllodactylus europaeus.* 8. *Gymnodactylus mauritanicus.* 9. *Stenodactylus guttatus.* 10. *Varanus Scincus.* 11. *Agama colonorum.* 12. *A. Bibroni.* 13. *A. agilis.* 14. *A. ruderata.* 15. *A. Tournevillei* Lat. 16. *Uromastix spinipes.* 17. *U. acanthinurus.* 18. *Tropidosaura algira.* 19. *Lacerta ocellata.* 20. *L. perspicillata.* 21. *Acanthodactylus vulgaris.* 22. *A. scutellatus.* 23. *A. Savignyi.* 24. *A. lineo-maculatus.* 25. *Eremias guttulata.* 26. *E. pardalis.* 27. *Pseudopus Pallasii.* 28. *Scincus officinalis.* 29. *Sphenops capistratus.* 30. *Gongylus ocellatus.* 31. *Euprepes vittatus.* 32. *E. Savignyi.* 33. *Plestiodon cyprium.* 34. *Seps chalcides.* 35. *Heteromeles mauritanicus.* 36. *Ophiomorus miliaris.* 37. *Trogonophis Wiegmanni.* 38. *Amphisbaena cinerea.* 39. *Ophiops elegans.* 40. *Psammodromus hispanicus.* 41. *Algira (Zerzumia) Blanci* Lat. 42. *Scincopus fasciatus.* 43. *Eumeces pavimentatus.* 44. *Ptyodactylus Hasselquisti.* 45. *Pleurodeles Hagenmülleri.* 46. *Eryx jaculus.* 47. *Simotes diadema.* 48. *Coronella girondica.* 49. *C. cucullata.* 50. *Zamenis Cliffordi.* 51. *Periops hippocrepis.* 52. *Zamenis florulentus.* 53. *Z. ater.* 54. *Rhinechis scalaris.* 55. *Psammophis sibilans.* 56. *Coelopeltis lacertina.* 57. *C. producta.* 58. *Vipera lebetina.* 59. *V. Avicennae.* 60. *V. Cerastes.* 61. *V. carinata.* 62. *Discoglossus pictus.* 63. *Bufo pantherinus.* 64. *Salamandra corsica* Savi. 65. *Euproctus Rusconii.* 66. *E. Poireti* Gerv. (letztere übrigens wahrscheinlich Synonym von *E. Rusconii*).

[1] Vergl. Böttger, l. c. p. 129.

Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass der Süden Algeriens der am wenigsten erforschte Teil dieses Landes ist, so dass wir wohl nicht irren, wenn wir annehmen, dass sich bei genauerer Kenntnis wohl die Hälfte der Mitglieder der herpetologischen Fauna Algeriens als zugleich der äthiopischen Region angehörig herausstellen werden.

Zweck der vorstehenden Auseinandersetzung war, nachzuweisen, dass die Auffassung der Mittelmeerregion als Subregion der paläarktischen ungerechtfertigt ist, da sie mit ebensoviel Berechtigung zu der orientalischen oder der äthiopischen als Unterregion gestellt zu werden verdient. Auf die Beziehungen der Mittelmeerregion zur äthiopischen wurde speziell eingegangen, da dieselben am wenigsten anerkannt sind.

Für die Beziehungen zur orientalischen Region mag es, nach den obigen Ausführungen über die Säugetierfaunen, genügen, daran zu erinnern, dass manche Autoren die orientalische Region bis über Afghanistan, Beludschistan hinaus nach Westen ausgedehnt wissen wollen; und dass umgekehrt das Grenzgebiet der orientalischen Region, die indische Subregion von Wallace (Hindostan), wegen ihrer paläarktischen und äthiopischen Affinitäten anerkanntermassen die am wenigsten charakteristische Provinz der orientalischen Region ist.

Sobald man aber zugeben muss, dass nicht nur die Wüstendistrikte, wie Wallace will[1], sondern die ganze Mittelmeerregion ein vermittelndes Glied ist zwischen den drei primären altweltlichen Regionen, scheint es naturgemässer, dieselbe, statt als Unterregion der einen oder andern, als Übergangsregion von allen dreien aufzufassen. Erst so werden die bekannten Beziehungen der äthiopischen zur orientalischen Region in das wahre Licht gestellt, während dieselben bei der gegenwärtig üblichen Trennung dieser beiden primären Regionen durch eine dritte, die paläarktische, durchaus nicht zur Anschauung kamen und darum auch die Phantasie zum Schlagen einer durchaus entbehrlichen künstlichen Brücke, der Lemuria, auffordern mussten.

Die auch Japan einschliessende mandschurische Unterregion wird von Wallace zur paläarktischen Region gestellt, hat aber ebenso viele Affinitäten mit der orientalischen, und wird daher wohl richtiger als Übergangsregion zwischen beiden aufgefasst. Wenn das gesamte Tibet so vollständig erforscht sein wird, wie der nordöstliche Teil desselben dank den Sammlungen des Père David es ist, wird sich voraussichtlich ein ununterbrochener Zusammenhang der Mittelmeerregion mit der mandschurischen und somit ein grosses altweltliches Übergangsgebiet herausstellen, dessen östlichster Teil selbstverständlich die wenigsten Beziehungen zu der äthiopischen Region hat.

Es ist nicht meine Absicht, die übrigen Übergangsregionen mit gleicher Einlässlichkeit zu besprechen, wie dies für die Mittelmeerregion geschehen ist; ich begnüge mich daher mit den folgenden Andeutungen.

Die Berechtigung zur Aufstellung einer intermediären Region zwi-

[1] Geographical Distribution I. p. 322.

schen zwei andern primären von Sclater und Wallace, der neoarktischen und der neotropischen, ergibt sich schon daraus, dass mehrere Gebiete, die Wallace der neoarktischen Region einverleibt, von anderer Seite in die neotropische versetzt worden, nämlich die Sonora-Subregion von Cope (Teile von Nevada, Neu-Mexiko, Arizona und Sonora), Nieder-Kalifornien, nebst Teilen von Kalifornien, Texas und Florida[1].

Beiden Anschauungen wird ihr Recht, wenn wir diese Gebiete mit zwei Unterregionen der neotropischen Region, der mexikanischen und antillischen, als neoarktisch-neotropische Übergangsregion auffassen.

In der Art reduziert hat dann aber die neoarktische Region keinen Anspruch mehr auf die Bezeichnung einer primären Region, sondern ist mit dem im Sinne der obigen Ausführung ebenfalls reduzierten paläarktischen Gebiet zu vereinigen. Beide werden Subregionen einer einzigen primären, die wir mit dem von Newton und Heilprin[2] vorgeschlagenen passenden Namen Holarktische Region bezeichnen können.

Bei solcher Auffassung einer einzigen holarktischen Region fallen die Bedenken weg, die Wallace schon früher[3] und auch kürzlich wieder[4] gegen eine Vereinigung der paläarktischen mit der neoarktischen Region geäussert hat; denn 1) ist die holarktische Region in der hier vertretenen Beschränkung nicht mehr übermässig gross im Vergleich mit den andern primären Regionen; und 2) verschwinden durch Ablösung einer mediterranen Übergangsregion und einer eben solchen neoarktisch-neotropischen im Westen, hüben und drüben eine Anzahl heterogener Elemente der holarktischen Region.

So wird namentlich das neuerdings von Wallace gegen Heilprin geltend gemachte Argument, die Abwesenheit weit verbreiteter paläarktischer Gruppen in der neoarktischen Region, zum Teil hinfällig. Von den daselbst namhaft gemachten Säugetiergattungen *Meles*, *Equus*, *Bos*, *Gazella*, *Mus*, *Cricetus*, *Meriones*, *Dipus* und *Hystrix*, gehören *Gazella*, *Meriones* und *Hystrix* zur mediterranen intermediären Region und fallen somit aus der holarktischen weg.

Wallaces Einwand wird aber auch ausserdem noch abgeschwächt durch die Erwägung, dass wenigstens ein ferneres der genannten Genera, *Equus* und vielleicht auch *Bos*, noch während des Postpliocäns in Nordamerika existierten und zwar offenbar nicht als Einwanderer während der Eiszeit, sondern als alteinheimische Elemente.

Endlich bietet auch die hier vorgeschlagene Einteilung den Vorteil, dass wir nicht eine besondere zirkumpolare primäre Region einer paläarktischen und neoarktischen entgegen zu stellen brauchen, sondern die erstere wird Unterregion der holarktischen oder erscheint vielmehr als Verbindungsglied zwischen paläarktischer und neoarktischer Unterregion.

[1] Angelo Heilprin, On the value of the „Nearctic“ as one of the primary Zoological Regions (Proceed. of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia Part. III, p. 316—334. Philadelphia 1883).

[2] s. „Nature“ Bd. 27, Nr. 704 (26. April 1883), p. 606.

[3] Geograph. Distribution of Animals I, p. 58 fgg.

[4] In „Nature“, Bd. 27, Nr. 699 (22. März 1883), p. 482, 483.

Die Aufgabe, eine Übergangsregion zwischen orientalischer und australischer Region nachzuweisen, ist eine leichte, da im Grunde kein Zoologe eine solche in Abrede stellt.

Schon Salomon Müller bezeichnete den zwischen beiden liegenden Archipel als ein vermittelndes Glied zwischen indischem Kontinent und Australien, und die Inseln Celebes, Flores, Timor und Buru im speziellen als »den Übergangsstrich bildend«[1].

Rütimeyer bemerkt über dieses Gebiet: »Es ist . . . . nicht zu gewagt, wenn man vermutet, dass die gesamte Inselwelt zwischen Asien und Australien ihre Säugetiere von aussen her, und zwar von diesen beiden Continenten abgetreten erhalten hat, und ursprünglich so gut, wie noch vor kurzem Neu-Seeland, derselben entbehrte, oder mit anderen Worten, dass die Säugetiere dieser grösstenteils durch mechanische Wirkungen heraufgehobenen Inselgruppe als nachträgliche Modifikationen älterer kontinentaler Formen anzusehen sind. Dem entspricht auch das gegenseitige allmähliche Erlöschen der Spezieszahl, sowie wir uns von der einen oder der andern Mutterfauna entfernen — —«[2].

Die von Wallace zwischen Bali und Lombok durchgeführte Grenze der orientalischen und australischen Region ist nach Ed. v. Martens wenig natürlich. »In geradem Widerspruche damit stehen die Landschnecken, welche H. Zollinger vor längerer Zeit bei Bima (auf Sumbawa, östlich von Lombok) gesammelt hat und die zum grossen Teil dieselben Arten wie im östlichen Java sind[3].

In seiner »Geograph. Distribution of Mammals« zieht Wallace Celebes zur australischen Region, indem er die Grenze beider Regionen westlich von dieser Insel durchführt. In seinem neuern Werke aber sagt der gleiche Autor in bezug auf Celebes: »Celebes nimmt — sowohl durch das, was es hat, als durch das, was ihm fehlt — eine so genau vermittelnde Stellung zwischen der orientalischen und der australischen Region ein, dass es vielleicht stets eine blosse Geschmackssache bleiben wird, zu welcher von beiden man es rechnen will. Allerdings bildet es die Westgrenze so typisch australischer Gruppen, wie es die Marsupialien unter den Säugetieren und die *Trichoglossidae* und *Meliphagidae* unter den Vögeln sind, während es anderseits in auffälliger Weise aller besonders charakteristischen orientalischen Familien und Gattungen aus beiden Klassen entbehrt, und ich habe es deshalb stets in die australische Region einbezogen; allein mit demselben Rechte könnte man es wohl aus beiden weglassen, bis eine genauere Kenntnis seiner Geologie uns in den Stand setzt, seine frühere Geschichte mit grösserer Sicherheit zu bestimmen[4].«

Man könnte kaum ein besseres Argument zu gunsten von Über-

[1] Zoologie der Nederlandsche overzeesche bezittingen. Leiden 1839—44.

[2] L. Rütimeyer, Über die Herkunft unserer Tierwelt. Eine zoogeographische Skizze. Basel und Genf 1867, p. 11.

[3] Die Preuss. Expedition nach Ost-Asien. Nach amtl. Quellen. Zoologischer Teil, 1. Bd. Allgemeines und Wirbeltiere. Bearbeitet von Prof. Dr. Eduard von Martens. Berlin 1876, p. 247.

[4] Island Life or the Phenomena and Causes of Insular Faunas and Floras etc. London 1880, p. 432.

gangsregionen beibringen, als dieses Zugeständniss gerade desjenigen Forschers, welcher der Urheber scharfer zoogeographischer Grenzen ist.

Es scheint demnach naturgemässer, die indo-malaiische Provinz der orientalischen Region mit einem Teil der austro-malaiischen Provinz der australischen Region als austro-orientale Übergangsregion zusammenzufassen und bei einer kartographischen Darstellung auch durch eine intermediäre Farbe zu kennzeichnen.

Es liegt auf der Hand, dass die Übergangsregionen ebensowenig scharfe Grenzen haben als die primären Regionen. Das Übergreifen, Ausstrahlen von Formen einer primären Region selbst über das Übergangsgebiet hinaus in eine andere wird sich selbst auf Karten kleineren Formats in ähnlicher anschaulicher Weise darstellen lassen, wie auf der Rütimeyers oben citierter Abhandlung beigegebenen Karte.

Als Ergebnis des Vorstehenden erhalten wir die folgenden fünf primären und drei intermediären Regionen.

1) Holarktische Region mit { a. zirkumpolarer Unterregion, b. paläarktischer ,, c. neoarktischer ,,
2) Orientalische Region.
3) Äthiopische Region.
4) Australische Region.
5) Neotropische Region.
6) Mediterrane Übergangsregion: Zwischen holarktischer, äthiopischer und orientalischer Region.
7) Austro-orientale Übergangsregion: Zwischen orientalischer und australischer Region.
8) Neoarktisch-neotropische Übergangsregion: Zwischen holarktischer und neotropischer Region.

Einige bisher unbekannte oder wenig bekannte Hummelnester.

Von

Prof. Dr. **Eduard Hoffer.**

Im letzten Sommer war ich so glücklich, Nester von einzelnen Hummelspezies zu bekommen, über die man bisher so viel wie nichts wusste. Zuerst (16. Juni) entdeckte mein ältester Sohn Eduard das Nest von *Bombus pratorum* L. Während es sonst heisst, dass dasselbe unter Moos und Gestrüpp ober der Erde zu finden sei, wo ich es Jahre lang umsonst gesucht hatte, verhielt sich hier die Sache ganz anders. Es befand sich nämlich ziemlich tief unter der Erde auf einem Kleeacker auf dem Rosenberg bei Graz. Das Flugloch war geräumig, jedenfalls das verlassene Schlupfloch einer Feldmaus; es zog sich etwa 4 dm weit in horizontaler Richtung, war plötzlich umgebogen und am Ende desselben in einer Tiefe von circa $2^1/_2$ dm war das Nest; dasselbe hatte eine Hülle von fein zerbissenen Gräsern und Wachs und füllte den geräumigen Kessel nicht vollständig aus. In einer kleinen Nebenhöhle befanden sich einige 20 junge ♀ und 5—8 ♂, von welch' letzteren ein Paar entflogen. Aber auch im Nest zwischen und auf den Zellen waren mehrere ♀ und ♂. Die Gesamtzahl der Individuen betrug, wie wir uns gleich nach dem Ausgraben im geschlossenen Zimmer überzeugten, circa 100, es lebte nämlich: 1) die alte Königin (noch recht frisch), 2) 27 junge ♀, 3) 9—12 ♂ (da einige beim Ausnehmen entflogen waren) und 4) etwa 60 ☿. Im Zuchtkästchen krochen noch mehrere ♀, ☿ und ♂ aus; der schöne zusammenhängende Wabenbau enthält 50 Zellen für ♀, 63 für ♂ und 125 für ☿. Später bekam ich ein zweites Nest dieser Spezies von Herrn Arnhard aus Mürzsteg, es war in einem hohlen Baum gefunden worden und enthielt weniger Bewohner als das obige. Am 1. August entdeckte wieder Eduard eines auf dem Geierkogel, nordwestlich von Graz in einer Höhe von 930 m. Es war ebenfalls ziemlich tief unter der Erde, die Waben waren beinahe ganz von *Aphonia Colonella* zerfressen und es wimmelte von Larven der *Volucella bombilans;* ein Beweis dafür, dass *B. pratorum* äusserst früh zur Entwickelung gelangt, dass aber auch äusserst früh (schon im Juni und Juli) die jungen ♀ sich in die Winterquartiere begeben und das Nest ausstirbt.

Bombus Latreillelus Kirby gehört überall zu den Seltenheiten, deshalb ist auch sein Nest wenig bekannt. Im Jahre 1882 hatte ich wohl das Flugloch dieser Art entdeckt, aber trotz stundenlangen wiederholten Grabens nicht zu den Waben kommen können. Heuer (Ende Juli) sah mein Schüler W. Kuckh, ein geschickter und glücklicher Hummelnestersucher, im Vorbeigehen eine Hummel unter der Erde verschwinden. Wir suchten nun an der betreffenden Stelle und fanden nach langem Hin- und Hergraben endlich die rechte, mehr als 2 m lange Flugröhre, in deren Mitte etwa sich das Nest von *Vespa vulgaris* L. (bestehend aus dem Mantel und der ersten Wabe mit den auskriechenden jungen ☿) befand; offenbar war das alte ♀ verunglückt, entweder im Freien oder vielleicht im Kampfe mit den die Stelle passierenden Hummeln; einzelne ☿ waren eben daran, auszuschlüpfen, und einen ganz jungen, noch sehr lichten, fanden wir im Hummelneste selbst. Am Ende dieser Flugröhre, die mit mehreren anderen kommunizierte, war das steile, weite, $^1/_2$—$^3/_4$ m tiefe Zugangsloch zum Nest. Dieses war in einem gewaltigen Kessel, den irgend ein unterirdisch lebendes Säugetier (ein Maulwurf oder eine grössere Mausart) vielleicht als warmes Lager für die Jungen gegraben und mit einer ungeheuren Menge von Gras angefüllt hatte. Das ausgenommene Gras würde wenigstens zwei unserer gewöhnlichen Hüte füllen. Das an der Peripherie befindliche war schon ganz morsch, während das in der Mitte vollkommen frisch und fein zerbissen erschien. Im innersten Teile der Graskugel befanden sich die Waben der seltenen Hummel. Die Temperatur in dieser Tiefe (das Nest war mindestens $^3/_4$ m tief unter der Erdoberfläche) war jedenfalls sehr gleichmässig, und das scheint die Hauptbedingung für das Gedeihen dieser Spezies zu sein, denn die zu Hause freifliegenden zerstreuten sich infolge der Kälte, obwohl das Nest in einem bis auf das Flugloch festverschlossenen, aus dicken Brettern konstruierten Kästchen sich befand, äusserst schnell, so dass ich den Rest nicht mehr fliegen liess, sondern eingesperrt hielt, um die noch in den Zellen befindlichen jungen Tiere zum Auskriechen zu bringen. Höchst auffallend ist die starke Bevölkerung dieses Nestes, da ja die Art zu den seltenen gehört. Es befanden sich nämlich neben der noch ziemlich frischen alten Königin etwa 35 junge ♀, über 60 ☿ und merkwürdiger Weise nur 6—8 ♂ darin; die Zahl der Zellen beträgt: 46 für die ♀ (teils leer, teils noch gefüllt), 32 für die ♂ und circa 60—70 für die ☿; und das war schon im Juli der Fall; nun fliegt aber die Art noch im Monat September, in welchem ich auch die meisten ♂ auf den Blumen fing. Wie gross muss dann das Nest sein! — und doch gehört die Art überall zu den seltenen. Es mag sein, dass sie wie *B. hypnorum* L. sehr ungleichmässig auftritt, in manchen Jahren in Menge, in anderen wieder selten. Herr Hendrik schreibt mir, dass sie in diesem Jahre bei Hermannstadt in Siebenbürgen massenhaft anzutreffen war, während sie in anderen Jahren geradezu als eine Rarität anzusehen ist.

Mein grösster Wunsch beim Besteigen des Geierkogels, unseres beliebtesten Berges, wenn es sich um Insekten oder Pflanzen handelt, denn er liegt zum Glück nicht auf der Heerstrasse der Touristen (es

befindet sich nämlich auf dem ganzen Berg kein Wirtshaus), war es, das Nest des *Bombus mastrucatus* Gerst. zu finden. Im Frühling hatten wir sehr viele ♀ gesehen und eine Menge von durchbissenen Blüten als sichtbare Zeichen seiner unheilvollen Thätigkeit angetroffen, im Monate Juli wimmelte es von ☿, bei welcher Gelegenheit uns die ausserordentliche Grösse derselben auffiel, denn sie sind in der Mehrzahl so gross als die ♀ von *B. Rajellus* K. (es gibt übrigens auch unter ihnen Zwergexemplare, die nicht viel grösser sind als eine Fliege), allein trotz des eifrigsten Suchens konnten wir kein Nest finden, während wir von dem sonst so seltenen *B. pomorum* Pz. mehrere entdeckten. Erst nachdem die Alpenwiesen abgemäht waren, fand Freund Kuckh das erste Nest dieser Art. Es war beinahe gerade auf der Spitze des Geierkogels, auf der Ostseite desselben, 947 m hoch. Meine Vermutung, dass die Nester des *B. mastrucatus* sehr volkreich seien (trotz einer gegenteiligen Beobachtung Dalla Torres), wurde durch diesen Fund nicht bestätigt; denn ausser der alten Königin, die am Tage nach der Ausnahme des Nestes starb, waren darin nur 21 ♂ und circa 30 ☿ (darunter die Mehrzahl sogenannte kleine ♀), einige 10 ☿ mögen zurückgeblieben sein. Da es bis damals das einzige Nest dieser Art in meiner Sammlung war, so liess ich zu Hause die Tiere nicht frei fliegen, sondern hielt sie eingesperrt, und es entwickelten sich noch etwa 11 ☿ und 18 ♂, aber kein einziges ♀. Als Schmarotzer lebten darin Larven von *Volucella bombilans* und die schöne *Mutilla europaea*, von der 1 ♂ und 6 ♀ auskrochen, alle entsprechend der Grösse der Hummellarven von riesigen Dimensionen.

Zu meiner freudigen Überraschung erhielt ich ein paar Tage später von Fräulein Hötzel ein zweites Nest derselben Art aus Übelbach zugeschickt. Beim Ausnehmen zeichneten sich diese Hummeln, wie das liebenswürdige Fräulein schreibt, durch ihre grosse Stechlust aus, und auch zu Hause machten sie dieser ihrer Eigenschaft alle Ehre; bei jeder Störung fuhren sie einem in die Haare. Dieses Nest war bedeutend grösser; obwohl beim Ausnehmen fast alle ♂ und viele ☿ verloren gegangen waren, enthält es jetzt das alte ♀, 60 junge ♀, 70 ♂ und circa 80 ☿, welche letztere aber in der Gefangenschaft rasch abstarben, so dass zuletzt im Neste beinahe nur ♂ und ♀ lebten. Das vollkommen entwickelte Wabengewirre zeigt jetzt in der Sammlung bei 300 Zellen für die ☿, 110 für die ♂ und etwa 100 für die ♀. Ganz genau lässt sich die Zahl nur in wenigen Nestern angeben, weil 1) die alten ☿Zellen zum grössten Teile zerbissen und als Neststoff verwendet werden (auffallend war die Sache heuer in einem Neste von *B. agrorum* Fab.: jeder Zellhaufen, aus dem die jungen Hummeln ausgekrochen waren, wurde von dem mit Eiern, Larven, Puppen oder Honig gefüllten Hauptwabenstück abgetrennt, weggewälzt und sodann zerbissen), und weil 2) auch so manche Zelle von ♂ und ♀ demselben Schicksale verfällt. Und die *mastrucatus* mit ihren starken Kiefern arbeiten gar schnell an der Zerstörung des nicht mehr brauchbaren Materials. In der Blütezeit dürfte die Zahl der ☿ circa 150—180 betragen haben, so dass immerhin dieses Nest als ein recht volkreiches bezeichnet werden muss.

Noch viel stärker aber ist das Nest, das wir am 6. September ebenfalls auf dem Geierkogel, aber tiefer unten, etwa 900 m hoch ausnahmen. Kuckh hatte dasselbe einige Tage früher gefunden, aber trotz angestrengten Grabens nicht ausnehmen können, da die Flugröhre zuletzt scheinbar in zu grosse Tiefe sich verlor. Nach längerem Untersuchen wurden wir endlich durch eine heimkehrende Hummel auf die richtige Spur geleitet. Eine sehr bemerkenswerte Thatsache darf ich hier nicht mit Stillschweigen übergehen. So lange ich nicht in die Seitenröhre eingriff, die unmittelbar zum Neste führte, konnten wir die Hummeln auf keine Weise dazu bringen, dass sie ihre Anwesenheit auf die bekannte Weise durch das heftige Aufbrummen verraten hätten. Wir hatten in der Hauptröhre und in einer grossen Anzahl von Seitenröhren mit der Hand und mit Stöcken gestöbert, auf den Boden an den mannigfaltigsten Stellen, unter anderen auch gerade an der, wo sich das Nest befand, geklopft; alles umsonst, sie blieben ganz still; kaum hatte ich aber in die rechte Röhre mit der Hand gegriffen, so hörte man ein Aufbrausen wie von einem Bienenschwarm und einige gut gezielte Stiche zwangen mich, so schnell als möglich das Ätherfläschchen zu Hilfe zu nehmen, damit wir ungestört arbeiten konnten. Das Nest selbst war in einem herrlichen Maulwurfsbau angelegt; es war das verlassene Wochenbett eines Tieres, das ganz regelmässig alle Röhren in der bekannten Weise konstruiert und den Kessel mit ungeheuren Quantitäten von Moos ausgepolstert hatte. Die Grösse des Zellklumpens war zu vergleichen dem des *B. terrestris* oder *argillaceus*. Die Zahl der Zellen beträgt bei 180 für die ♀, über 200 für die ♂ und über 500 für die ☿. Es gehört dieses Nest somit zu den grössten und volkreichsten Hummelbauten, die es überhaupt gibt, und hat sich also meine Meinung, dass die Nester des *B. mastrucatus* sehr gross seien, bei den zwei zuletzt angegebenen bestätigt. Bis in die neueste Zeit hatte nur Dalla Torre ein Nest dieser Art gefunden, aber es war wenig volkreich, denn es hatte nur circa 60 Bewohner.

Da aber *B. mastrucatus* auf den Alpen (wenigstens bei uns) viel häufiger ist als selbst *B. terrestris* oder *lapidarius*, so dass man ihm auf Schritt und Tritt begegnet, so hatte ich nicht mit Unrecht die Meinung gefasst, dass er sehr grosse Nester baue. Man trifft zwar den *B. agrorum* beinahe gerade so häufig, dafür aber auch seine Nester überall, und auch diese sind mitunter ausserordentlich volkreich. Die Zellen des *B. mastrucatus* sind durch ihre Grösse und im frischen Zustande dunkle Färbung ausserordentlich leicht kenntlich.

Nachdem erst in der neuesten Zeit durch Schmiedeknechts ausgezeichnete Arbeiten völlige Klarheit in die früher so dunkle Trias: *B. agrorum* Fab., *cognatus* Steph. (*muscorum* Fab.) und *variabilis* Schmiedek. gebracht worden ist, so kann man sich nicht wundern, dass man über den Nestbau der seltensten derselben, des *B. cognatus*, nichts weiss. Ich war so glücklich, am 6. August l. J. ein prächtiges Nest dieser wunderschönen Hummel unter merkwürdigen Umständen zu bekommen. Es war nämlich einige Tage hindurch starker Wind gewesen und derselbe hatte mehrere Eichhörnchennester herabgeworfen, und in einem derselben

war das Nest dieser prächtigen Hummel. Das Nest war jedenfalls noch in diesem Jahre vom Eichhörnchen benutzt worden, denn es war auch aussen im besten Zustande und in dem vielen Moose und Grase desselben lebten noch die bekannten Eichhörnchenflöhe.

Die Gesellschaft bestand aus der alten, noch ganz frischen Königin, die mir später leider durchging, 25 kleinen Weibchen und circa 40 gewöhnlichen ☿, von denen einige kaum so gross waren als eine Stubenfliege, während einzelne kleine Weibchen die Grösse der ♀ des *B. variabilis* hatten. Wegen der ausserordentlichen Seltenheit dieser Hummeln liess ich sie anfangs nicht frei fliegen, sondern hielt sie in einem Kästchen von circa $^1/_2$ cbm Rauminhalt eingesperrt. Aber obwohl ich ihnen alle möglichen Blumen, gelbe und anders gefärbte, im frischen Zustande in wassergefüllten Behältern vorsetzte, so sammelten sie doch keinen Pollen, sondern tranken nur den ihnen vorgelegten Bienenhonig. Die Folge davon war, dass alle jüngeren Larven, für welche die Pollennahrung unumgänglich notwendig ist, abstarben und hinaus geworfen wurden, während sich die ältesten, beinahe ausgewachsenen zu Puppen und diese wieder zu Imagines entwickelten, so dass nach 3 Wochen alle Zellen nur Honig enthielten. Die Königin legte im Anfang noch Eier, aber alle wurden von den Arbeitern aufgefressen; später sah ich sie nicht mehr Eier legen. Nach 3 Wochen entnahm ich dem Neste die schönsten Exemplare für die Sammlung, 30 ☿ aber und die Königin samt den Waben that ich in ein anderes Kistchen und gab ihnen nun die Freiheit. Das erste Exemplar flog, nachdem es sich die Wohnung ordentlich angesehen, geraden Weges auf eine gegenüber befindliche Sonnenblume, sammelte dort und später auf anderen Blüten (*Trifolium repens, Cytisus* etc.) hauptsächlich Pollen und flog nach 20 Minuten mit reich beladenen Höschen nach Hause. Tags darauf legte die Königin wieder Eier, aus denen sich ☿ und 2 ♂ entwickelten; leider ging sie während eines Ausfluges zu Grunde.

Wie gross das Bedürfnis nach frischem Pollen ist, zeigt ein anderes Beispiel. Ein schönes Nest von *B. hortorum* L. (Stammform) hielt ich, um eine Kollektion von ♂ zu bekommen, ebenfalls in einem sehr grossen Raume eingesperrt; Pollen sammelten sie nur von ganz frischen Blüten. Eines Tages ging mir ein ☿ beim Füttern durch, kam aber, dabei das Vorhaus und einen kleinen Gang passierend, nach einer halben Stunde mit dicken Pollenballen beladen, wieder ins Zimmer. Ich fing ihn schnell ab und wollte ihn ins Kästchen stecken, verfuhr aber dabei etwas ungeschickt und so entfloh er mir durchs offene Fenster, kam jedoch trotzdem nach einigen Minuten auf dem früheren Wege wieder ins Zimmer. Kaum hatte ich ihn ins Nest geworfen, so kamen schon mehrere andere ☿ herbei und frassen ihm den Pollen von den Füssen weg, ohne dass er Zeit gehabt hätte, denselben wie gewöhnlich in ein Puppentönnchen abzustreifen. — Was übrigens den Nestbau des *B. cognatus* Steph. anbelangt, so bin ich überzeugt, dass diese Hummel öfters grössere mit Moos ausgefütterte Nester auf Bäumen dazu benutzt, denn in meiner Kindheit fanden wir einigemal Zellen von gelben Hummeln in Eichhörnchennestern und einmal in einem Siebenschläfernest. Freilich kann ich jetzt nicht

sagen, ob es *B. cognatus* oder der häufige *B. agrorum* Fab. war, dessen Extravaganzen in bezug auf die Anlage des Nestes ich an einer andern Stelle (Naturhistoriker 1881, Wien) beleuchtet habe; möglich ist es auch, dass er das Nest in etwas höher gelegenen Baumlöchern anlegt.

Das Nest des *B. soroënsis* Fab., nach dem der berühmte englische Hymenopterologe Smith 50 Jahre lang in den drei Königreichen erfolglos gefahndet hatte, bekam ich Mitte August durch Fräulein Hötzel aus Übelbach. Dasselbe war unter der Erde angelegt. Das Flugloch befand sich versteckt zwischen den Wurzeln eines Waldbaumes, das Nest unter einer grossen Steinplatte; nach dem Nestmaterial (dürrem Buchenlaub) zu schliessen, hatte es ursprünglich einer Waldmaus zur Wohnung gedient. Wieder ein Beweis dafür, dass die unterirdisch bauenden Hummeln am liebsten dort ihr Nest anlegen, wo sich bereits Neststoffe vorfinden. Das Nest war ziemlich stark bewohnt; die alte Königin war nicht mehr da, aber circa 30 kleine Weibchen, 50 gewöhnliche ♀ und 10 ♂; später krochen noch ausserordentlich viele ♂ und 5 ♀ aus, bis das Ende der Ferien dem muntern Treiben ein Ende machte. Der Färbung nach waren alle rotafterig (*Proteus* Gerst.), die ♂ übrigens von der einfachsten Färbung bis zu solchen mit den schönsten gelben Binden auf Thorax und Abdomen und reichlichst eingemischten gelben Haaren auf dem Clypeus. Dr. Schmiedeknecht hatte in einem hohlen Baumstumpf ein Nest dieser Art mit rot- und weissafterigen Varietäten gefunden, bei uns aber kommt die weissafterige immer nur vereinzelt vor.

In den nächsten Jahren heisst es die Nestverhältnisse hauptsächlich solcher Arten festzustellen, die bei uns auf den höchsten Bergen als grosse Seltenheiten vorkommen.

Graz, im Dezember 1883.

Die Abstammungsverhältnisse der Pflanzentiere.

Von

Dr. **Conrad Keller** (Zürich).

Es ist kein blosser Zufall, wenn eine überraschend grosse Zahl von Zoologen sich mit dem Studium der Coelenteraten oder Pflanzentiere befasst. Ihre überraschende Fülle einerseits, ihre seltsamen Lebenserscheinungen, Gestalt und Farbenpracht anderseits machen naturgemäss diese Tiere zum Lieblingsgegenstand der marinen Forschung.

Die Lebensäusserungen, namentlich ihre Entwickelung sind für das Verständnis der Tierwelt von einer fundamentalen Bedeutung, und Morphologie wie Physiologie sind durch die Kenntnis einer an der untersten Grenze der Metazoen oder gewebebildenden Tiere stehenden Organismengruppe in fruchtbarster Weise bereichert worden.

Thatsachen und einzelne Ergebnisse bleiben jedoch nur wissenschaftliche Fragmente — als letzten und höchsten Zweck der Forschung können wir sie nicht betrachten, sie sind uns nur Mittel zur Erkenntnis des vielverschlungenen Entwickelungsganges, welcher sich in der Natur abgespielt hat und noch heute abspielt.

Wenige Tiergruppen gewähren uns in dieser Hinsicht einen so klaren und vollständigen Einblick, wie gerade die Pflanzentiere.

Es sind noch nicht anderthalb Jahrhunderte verflossen, seit man anfing, diesen Wesen allgemein den tierischen Charakter zuzugestehen[1]. Diese Erkenntnis ist aufs innigste mit den Entdeckungen von Trembley (1744) an unserm grünen Armpolypen des Süsswassers verknüpft. Der scharfsinnige Beobachter entdeckte dieses nachher zu grosser Berühmtheit gelangte Wesen an Wasserpflanzen. Es enthüllt sich uns ein Stück echter physiologischer Forschung aus dem vorigen Jahrhundert, wenn wir die kritische Art verfolgen, wie Trembley Schritt um Schritt die tierische Natur der *Hydra* nachweist und sich durch

[1] Die Geschichte der Pflanzentiere hat Rudolf Leuckart eingehend und kritisch in seiner Arbeit: „Die Zoophyten. Ein Beitrag zur Geschichte der Zoologie“ behandelt. Die treffliche Darstellung findet sich als Programmschrift der Universität Leipzig und ist in Troschels Archiv für Naturgeschichte 1875 abgedruckt.

den pflanzlichen Charakter nicht beirren lässt, sondern die Bewegungsvorgänge, die Empfindlichkeit gegen Licht und die merkwürdige Teilbarkeit erkennt.

Seine Resultate mussten für die Beurteilung der im Meere lebenden Korallentiere die grössten Konsequenzen haben. Sie verhalfen indirekt auch den Entdeckungen eines hoffnungsvollen, aber durch Misserfolge entmutigten Beobachters zu ihrem Rechte.

Noch im Jahre 1725 brachte der Graf Marsigli in seiner »Histoire physique de la mer« neue und gewichtige Stützen für die Pflanzennatur der Korallen bei. Er hatte bei gewissen Arten *(Alcyonium, Isis)* die »Blüten« aufgefunden.

Ein eingewurzeltes und durch Scheingründe gestütztes Dogma ist bekanntlich sehr schwer zu beseitigen. Das war im vorigen Jahrhundert noch viel schwieriger als heute. Und doch ist die Zeit noch nicht lange hinter uns, wo eine andere Doktrin, die Lehre von der Urzeugung, nur mit Mühe und mit dem Aufwand einer umsichtigen experimentellen Methode zu verbannen war. Hat sich dieses Dogma ja noch an den letzten Anker — an die Eingeweidewürmer — angeklammert. Zwei Jahre, nachdem Marsigli die Blüten der Korallenpflanzen entdeckt hatte, trat der Marseiller Arzt Peyssonel auf Grund vorurteilsfreier Forschung mit der Behauptung auf, die Korallen seien keine Pflanzen, ihre sogenannten Blüten seien echte Tiere. Er war in vollem Rechte, der Autoritätenglauben war aber noch so mächtig, dass seine Behauptung auf den grössten Widerstand stiess.

Die Entdeckung Peyssonels ist heute nach ihrer vollen Bedeutung gewürdigt und für die Wissenschaft ist es nur zu bedauern, dass ein so weitblickender Beobachter sich durch einen ersten Misserfolg derart einschüchtern liess, dass er den wissenschaftlichen Beruf mit dem des Broterwerbes vertauschte.

Es ist ja hinlänglich bekannt, dass seine Arbeit im Schosse der Pariser Akademie keine günstige Aufnahme fand und dass Réaumur die angeführten Beweisgründe nicht für beweiskräftig hielt.

Als Trembley die tierische Natur des von ihm entdeckten Süsswasserpolypen nachgewiesen, hat auch Réaumur sein Unrecht gut gemacht und der Entdeckung des Marseiller Arztes Gerechtigkeit widerfahren lassen.

Aber man begann sich doch nur sehr allmählich in die neuen Anschauungen einzuleben und noch zu den Zeiten von Linné und Pallas erblickte man in den Pflanzentieren »jene wunderbaren Geschöpfe, in denen tierische und pflanzliche Eigenschaften derart gemischt sind, dass es oft schwer hält, die wahre Natur zu erkennen«. Noch im Jahre 1766 gibt Pallas in seinem Elenchus zoophytorum diesem Gedanken Ausdruck: »Zoophyta sunt animalia vere vegetantia; sunt plantae quasi animatae.«

Dagegen betrachtet Cuvier die Zoophyten als unzweifelhafte Tiere, ihres strahligen Baues wegen weist er ihnen einen Platz neben den Echinodermen oder Stachelhäutern an; beide figurieren ja unter den Cuvierschen Radiaten.

Wir halten zwar noch heute an dem Typusbegriff fest, jedoch geschieht dies mit der reservatio mentalis, dass die einzelnen zum Typus vereinigten Formengruppen nicht nur eine symbolische, sondern eine wirkliche Stammesverwandtschaft besitzen. Pflanzentiere und Echinodermen stehen nun aber durchaus in keiner näheren Beziehung, gewisse gemeinsame Züge in der äusseren Erscheinung sind nur auf sehr entfernte Analogien zurückzuführen.

Wenn später in den Rippenquallen eine Gruppe erkannt werden wollte, welche gewissermassen ein Bindeglied zwischen beiden Abteilungen darstellen sollte, so kann diese Auffassung heute um so weniger Gültigkeit beanspruchen, als die Stellung und Abstammung der Ctenophoren nunmehr in völlig befriedigender Weise erkannt ist.

Der Kreis der Radiaten ist um die Mitte dieses Jahrhunderts unhaltbar geworden. Schon frühzeitig wurden die einzelligen Infusorien und verwandte Wesen als Urtiere oder Protozoen von ihm losgelöst. Dann machte Rudolf Leuckart 1847 und 1849 auf den fundamentalen Unterschied zwischen der Organisation der Pflanzentiere und Stachelhäuter aufmerksam: letztere besitzen neben der Darmhöhle noch eine Leibeshöhle, erstere dagegen nicht.

Diese Scheidung und die Begründung des neuen Typus der Coelenteraten bildet ein Hauptverdienst Leuckarts[1]. Es figurieren in dieser Abteilung jene teils schwimmenden, teils festsitzenden Formen, welche wir als Medusen, Korallen, Hydroiden, Röhrenquallen und Rippenquallen kennen. —

Die glückliche Neuerung fand unter den Zoologen bald allgemeinen Eingang. Seither sind mehr als drei Jahrzehnte verflossen und diese sind für die Erkenntnis der Organisation in den einzelnen Abteilungen ausserordentlich fruchtbar gewesen. Ihre Lebensverhältnisse wurden eingehender verfolgt, ihre Anatomie und ihre oft so komplizierte Entwickelungsgeschichte eminent gefördert. Auch die vergleichende Gewebelehre hat noch in der jüngsten Zeit die schönsten und fruchtbarsten Entdeckungen auf dem Gebiete der Pflanzentiere gemacht.

Die vielen und gewichtigen Namen deutscher und ausländischer Forscher, welche unsere Kenntnisse der Coelenteraten förderten, mögen hier übergangen werden; es sind zu viele, um sie einzeln aufzuzählen.

Eine Reihe von umfangreichen und bahnbrechenden Monographien legen Zeugnis ab von der regen Thätigkeit, welche sich auf dem Gebiete der Coelenteratenkunde entwickelte. Dieselben enthalten ein so reiches Aktenmaterial, dass nicht nur für kleinere Formenkreise, sondern auch für grosse Abteilungen ein Urteil über die gegenseitigen Affinitäten erlangt werden konnte.

Zunächst hält es nicht schwer, bei allen Abweichungen in der

---

[1] Die Begründung der Coelenteraten erfolgte zum erstenmal in den von Frey und Leuckart 1847 veröffentlichten Beiträgen zur Kenntnis wirbelloser Tiere und es werden wohl auch beide Autoren als Begründer der Coelenteraten genannt. Da Frey später wieder an den Cuvierschen Radiaten festhielt und Leuckart wiederholt betont, dass der betreffende Abschnitt ausschliesslich von ihm herrühre, so bleibt ihm dies Verdienst ungeschmälert.

Organisation die Ähnlichkeit zwischen einem Hydropolyp und einem Korallenpolyp festzustellen.

Die einzellebenden wie die koloniebildenden Gattungen stimmen im äusseren Habitus vielfach überein. Durch die Bildung eines Mundrohres, durch die Entwickelung von Septen und Mesenterialfäden, sowie durch eine weiter gediehene histologische Komplikation steht der Anthozoenkreis über demjenigen der Hydroiden, aber niemand wird bezweifeln, dass die Wurzel beider eine gemeinsame ist.

Viel langsamer gelangte die völlige Übereinstimmung oder Homologie zwischen Polyp und Meduse zu allgemeiner Anerkennung — und doch hängt von der Bejahung oder Verneinung dieser Übereinstimmung die Beurteilung zahlreicher Abstammungsfragen ab.

Auf den ersten Blick scheint die Meduse grundverschieden von einem Polyp. Die verschiedenen Bedingungen, unter welchen beide leben, sind auf die Ausbildung des Körpers von dem allergrössten Einfluss gewesen, allein wir werden nicht den Habitus, nicht die Unterschiede der physiologischen Leistung zum leitenden Motiv nehmen, sondern Wesentliches vom Unwesentlichen trennen müssen und so einen richtigen Massstab für die Beurteilung der gemeinsamen Züge gewinnen. Dass gewisse Polypengattungen im stande sind, Medusen aufzuammen, spricht für die nahe Zusammengehörigkeit beider.

Ist nun die Meduse, welche Geschlechtszellen zur Reife bringt, ein einfaches Organ oder muss sie als Polypenperson aufgefasst werden?

Im Laufe der Zeit haben beide Deutungen ihre Vertreter gefunden, noch im Beginne des vorigen Dezenniums standen diese durchaus verschiedenen Auffassungen einander gänzlich unvermittelt gegenüber.

Die Übereinstimmung zwischen Polyp und Meduse erkannt zu haben, ist ein Verdienst des Begründers der Coelenteraten. Rudolf Leuckart hat diese Auffassung schon im Jahre 1851, als er den Polymorphismus der Röhrenquallen erklärte, zu vertreten unternommen. Er erklärte diese sonderbaren und physiologisch hochinteressanten Pflanzentiere als freibewegliche Hydroidenstöcke, als schwimmende Tierkolonien, bei denen eine hochausgebildete Arbeitsteilung zwischen den einzelnen Tieren sehr weitgehende Körperunterschiede hervorgerufen hat.

Die an einem gemeinsamen Stamme, welcher sehr muskulös ist, angehefteten Tiere zeigen je nach ihrer besonderen Leistung bald einen polypenähnlichen, bald einen medusenähnlichen Charakter. Die verschiedenen Anhangsgebilde des muskulösen Stammes, den verschiedensten Leistungen angepasst, erscheinen uns zwar als blosse Organe, aber morphologisch genommen und auch mit bezug auf ihre Abstammung müssen wir ihnen eine höhere Dignität zuerkennen, es sind einzelne Polypenpersonen.

Leuckart konnte sich mit dieser einleuchtenden und naturgemässen Deutung auf die koloniebildenden Hydroiden berufen, wo das Prinzip der Arbeitsteilung ebenfalls einer Verschiedenheit der Einzeltiere gerufen hat. Nicht allein tritt häufig ein Gegensatz zwischen Nährpolypen und Fortpflanzungspolypen auf, sondern gelegentlich, wie z. B. bei der Gattung *Podocoryne*, finden sich noch tentakelartige Spiralzooiden und skelettbildende Individuen.

Die Lehre vom Polymorphismus und das Gegenüberstellen von medusoiden und polypoiden Individuen involviert eine ganz bestimmte Auffassung der Medusengruppe. Es sind, wie wir uns heute ausdrücken, die Medusen nichts anderes als Einzelpolypen, welche speziell für ihre schwimmende Lebensweise angepasst erscheinen.

Damit musste auch der Generationswechsel, in welchem eine Polypenamme Medusen hervorbringt, vieles von seiner Wunderbarkeit verlieren.

Die Leuckartsche Deutung blieb keineswegs ohne Widerspruch, sondern wurde von zwei gewichtigen Seiten in Frage gestellt. In England vertrat Huxley eine Auffassung der Röhrenpolypen, welche in ihnen nicht einen Tierstock, sondern ein einzelnes Individuum erkennen wollte. Die einzelnen Anhänge wurden auf die Teile einer Scheibenqualle bezogen, womit auch der Gegensatz von medusenähnlichen und polypenähnlichen Individuen fallen gelassen wurde. In Deutschland vertrat Carl Gegenbaur eine Deutung des Medusenkörpers, welche vom Standpunkte der Entwickelungslehre aus Berechtigung und grosses Interesse darzubieten geeignet war.

Er vergleicht die Geschlechtsorgane des Süsswasserpolypen und die festsitzenden Geschlechtsknospen verschiedener Hydroidpolypen des Meeres mit den von Polypen aufgeammten Medusen und erblickt in allen diesen Formzuständen die Glieder einer zusammenhängenden Entwickelungsreihe. — Diese Medusentheorie findet sich am genauesten entwickelt in seinen »Grundzügen der vergleichenden Anatomie« vom Jahre 1870. An schematischen Figuren wird der Entwickelungsgang genauer versinnlicht.

Huldigt man dieser Auffassung, so ist die Meduse nicht ein Polypenindividuum, sondern ein auf die Stufe selbständiger Individualität gehobenes Geschlechtsorgan. Dieser Fall wäre jedoch insofern merkwürdig, als er zum erstenmale in der Tierwelt uns den Prozess vor Augen führte, dass ein Organ sich zu einer Individualität höheren Grades erhebt.

Aber einmal konnte man den Einwand erheben, dass in der Tierwelt häufiger der umgekehrte Prozess stattfindet und das Individuum häufig genug auf die physiologische Bedeutung eines Organes oder doch sehr weniger Organe herabsinkt. Solche Erscheinungen hat der Parasitismus im Gefolge und wohl den merkwürdigsten Fall bieten die *Bonellia*-Männchen dar, welche im Schlunde des Weibchens schmarotzen und physiologisch auf die Stufe eines blossen Geschlechtsorganes herabsinken.

Die Gegenbaursche Entwickelungsreihe der Meduse konnte recht gut bestehen, aber den umgekehrten Entwickelungsgang durchgemacht haben.

In den letzten Jahren hat sich dann in der That auf Grund erneuter Untersuchungen der Entscheid allgemein zu gunsten einer Übereinstimmung zwischen Meduse und Polyp vollzogen. Neben Haeckel sind auch Allman uud Claus sowie die Gebrüder Hertwig für diese Übereinstimmung eingetreten.

Einer dieser Forscher äussert sich in sehr zutreffender Weise dahin: »In Wahrheit besteht ein fundamentaler Gegensatz von Scheiben»qualle und Polyp überhaupt nicht. Die Meduse ist eben ein breiter,

»scheibenförmig abgeflachter Polyp, der seine Befestigung aufgegeben »und durch den Muskelbelag der als Schwimmsack eingebuchteten Mund»scheibe zur schwimmenden Bewegung befähigt ist. Die Fangfäden sind »die Tentakeln des Randes. Der Mundkegel des Hydroiden oder das »Magenrohr des Anthozoenpolypen ist der Mundstiel der Qualle. Die »Gallertscheibe erscheint als eine besondere Mesodermlage, die bei den »Hydroiden als feste Stützlamelle, bei den Anthozoen als mächtige, von »Safträumen durchsetzte skelettbildende Unterhaut auftritt.« (Vergl. Claus, Studien über Polypen und Quallen der Adria. 1878.)

Zu demselben Resultat gelangten O. und R. Hertwig bei ihren Untersuchungen über den Organismus der Medusen vom Jahre 1878. Dieselben haben in sehr vollständiger Weise die gegenseitigen Beziehungen zwischen Meduse und Polyp erörtert.

Inzwischen wusste man in der wissenschaftlichen Welt, dass Ernst Haeckel ein grosses und umfangreiches Werk über die Medusenklasse vorbereitete, und man durfte mit grosser Spannung der Publikation dieser Monographie entgegensehen, zumal darin ja eine Fülle von Material für die Deszendenz einzelner Zweige der Pflanzentiere zu erwarten war.

Das Werk liegt seit einiger Zeit abgeschlossen vor uns und wir lernen hier eine unserer elegantesten Tiergruppen auch von einer morphologisch interessanten Seite kennen.

Haeckels »System der Medusen« ist nicht nur ein für den Systematiker unentbehrliches Werk, es gebührt ihm auch vom Standpunkte der allgemeinen tierischen Morphologie aus ein hervorstehender Platz in unserer zoologischen Litteratur, indem es über die gegenseitigen Beziehungen der Medusen die klarsten Einblicke gewährt und — wir rechnen dies jedem Autor als hohes Verdienst an — zu vielen neuen Untersuchungen anregt.

Vor allen Dingen hat ein Resultat überrascht. Bisher wurden nur schüchterne Zweifel an der Einheit des Medusenstammes laut. In der äusseren Erscheinung sind fast alle Medusen von so übereinstimmendem Habitus, dass ihre systematische Zusammengehörigkeit im Ernste nicht bezweifelt wurde. Zwar ist ein Gegensatz der beiden grossen Medusenlegionen, der mit Velum versehenen *Craspedota* und der ihnen gegenüberstehenden *Acraspeda* frühzeitig erkannt worden. Sie zeigen auch Abweichungen in der Beschaffenheit der Randkörper. Aber das den Craspedoten eigentümliche Velum ist ja auch bei einem Teil der höheren Medusen vorhanden *(Charybdaea)*, und so lag es nahe, in diesen Fällen Übergangsbildungen zwischen beiden Gruppen zu erblicken.

Nach Haeckel besteht trotz vielfacher äusserlicher Übereinstimmung eine tiefe Kluft zwischen den kleinen Craspedoten und den grösseren Medusen, beispielsweise den bekannten Scheibenquallen. Ihre Herkunft oder Abstammung ist eine durchaus verschiedene, trotzdem auch die Entwickelung scheinbar gemeinsame Züge darbietet und der Generationswechsel in beiden Gruppen auftritt.

Dass nur die grösseren Medusen in ihrem Magenraum Filamentgruppen entwickeln, welche die allernächsten Beziehungen zu den Mesen-

terialfilamenten der Korallen aufweisen, ist jedenfalls von der allergrössten Bedeutung. Die Gebrüder Hertwig machen ferner auf den durchgreifenden Unterschied in bezug auf die Entstehung der Geschlechtsprodukte aufmerksam. Bei den Craspedoten stammen sie wie bei den Hydroiden aus dem oberflächlichen Blatte ab — sie sind Ektokarpen. Bei den Scheibenquallen muss ihr Ursprung dagegen aus dem Entoderm hergeleitet werden — sie sind wie die Korallen Entokarpen.

Der Generationswechsel, wo er bisher beobachtet wurde, zeigt trotz der gemeinsamen Züge tiefgreifende Unterschiede. Die Ammen der Craspedoten sind Hydropolypen, die Scheibenquallen entwickeln sich dagegen aus Scyphopolypen, deren Magenwand in 4 Längswülste oder Täniolen vorspringt. Zwar ist das Vorkommen von solchen Längswülsten auch schon für Hydropolypen angegeben worden, allein mir scheint deren Nachweis keineswegs gesichert.

Alle diese Thatsachen veranlassen Haeckel, welcher die phyletischen Verhältnisse der Medusen schon in seiner »generellen Morphologie« vom Jahre 1866 als sehr verwickelt bezeichnet hatte, zu der Schlussfolgerung, dass ein gemeinsamer Ursprung und eine genetische Zusammengehörigkeit aller Medusen nicht angenommen werden darf.

Eine Abteilung, nämlich die mit echtem Velum versehenen Craspedoten-Medusen, steht in den engsten verwandtschaftlichen Beziehungen zu den Hydroidpolypen, während die Stellung der höheren *Acraspeda* eine ziemlich isolierte ist, jedenfalls nicht in den Hydroiden wurzelt.

Aber auch die Craspedoten besitzen keineswegs einen einheitlichen Ursprung, wie uns ihr Generationswechsel lehrt. Ein Teil geht aus Tubularien hervor, ein anderer aus Campanularien. Der Rest, bei welchen gar kein Generationswechsel mehr vorkommt, kann in seinem Ursprung schwieriger erkannt werden.

Aus diesem durch verwandtschaftliche Bande sehr innig verknüpften Formenkreise haben sich noch zwei schärfer ausgeprägte Seitenlinien entwickelt. Es sind dies die Röhrenquallen und die Rippenquallen oder Ctenophoren.

Für die Siphonophoren war es naheliegend, sie direkt aus Hydroidkolonien hervorgehen zu lassen — ob sie einen einheitlichen oder polyphyletischen Ursprung besitzen, muss vorläufig noch unentschieden gelassen werden. Es ist aber die Vermutung nicht ausgeschlossen, dass die Röhrenquallen umgewandelte Kolonien von craspedoten Medusen darstellen.

Ernst Haeckel beschreibt mehrere Anthomedusen, welche diese Auffassung zu unterstützen geeignet sind. Die merkwürdigste ist wohl seine *Sarsia siphonophora*, welche mit ungewöhnlich langem Magenstiele versehen ist, auf dem zahlreiche Medusenknospen aufsitzen.

So viel darf zur Zeit als feststehend angenommen werden, dass die Röhrenquallen nicht Individuen, sondern Tierstöcke mit Arbeitsteilung der Einzeltiere darstellen und dass sie mit den Hydromedusen in engsten Verwandtschafts- resp. Stammesbeziehungen stehen.

Viel schwankender gestaltete sich früher die Stellung der Rippenquallen. Diese Pflanzentiergruppe steht in ihrer Organisation ziemlich

abgeschlossen und eigenartig da. Die Bewegung mit Hilfe von schwingenden Ruderplättchen, welche in Reihen angeordnet sind, zeichnet sie vor den Medusen aus, ebenso eine auffällige Hinneigung zur symmetrischen Körpergestalt. Der Gastralraum wird komplizierter, als dies bei den schwimmenden Medusen der Fall ist.

Daher finden wir bei dem völligen Mangel an Zwischenformen die Stellung der Rippenquallen verschieden beurteilt. Louis Agassiz verwies sie unter die Akalephen, während Huxley sie mit den Korallen vereinigte.

In sehr erfreulicher Weise ist unlängst die Verwandtschaft der genannten Tiergruppe erkannt worden und zwei verschiedene Forscher sind hierüber fast gleichzeitig und auf ganz verschiedenen Wegen zu übereinstimmenden Resultaten gelangt.

Im Jahre 1879 veröffentlichte Ernst Haeckel in der »Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft« die Beschreibung einer in hohem Grade merkwürdigen Meduse aus der Gruppe der Cladonemiden, welche er als *Ctenaria ctenophora* bezeichnete. Fasst man ihre Körpereigentümlichkeiten zusammen, so stellen sie sozusagen das arithmetische Mittel zwischen den Kennzeichen einer Rippenqualle und einer craspedoten Meduse dar: es ist eine Zwischenform mit Velum, Trichter, Senkfäden und acht Nesselrippen. Haeckel stellt auf Grund dieser *Ctenaria* die Homologien zwischen Medusen und Rippenquallen her.

Kurz darauf erschien die schöne Monographie von C. Chun, in welcher die Haeckelsche Auffassung der Rippenquallen vollkommen bestätigt wurde. Auf embryologischem Wege konnte dieser Forscher die meisten von Haeckel gezogenen Schlussfolgerungen bestätigen.

Über die Herkunft kann also kein Zweifel mehr obwalten[1]. Der ziemlich vielgestaltige und morphologisch so interessante Stamm der Hydromedusen ist demnach bezüglich seiner Entwickelung genügend erkannt.

Aus den obigen Erörterungen geht aber hervor, dass für die zweite Legion der Medusen, für die höher organisierten Scheibenquallen kein Platz in demselben ist. Sie müssen an anderer Stelle untergebracht werden, und so seltsam es auf den ersten Blick erscheinen mag, so finden wir bei näherer Umschau die nächsten Beziehungen zu den Korallentieren oder Anthozoen. Dieser Gedanke ist in der Neuzeit mehrfach ausgesprochen worden. Neben Haeckel haben auch Claus und Hertwig diese Ansicht betont und näher zu begründen versucht.

Das Auftreten von Magenfilamenten bei Medusen und Korallen ist sicher bedeutungsvoll. Deren Bau ist näher bekannt geworden, in beiden Gruppen sind es Verlängerungen in die Magenhöhle hinein, welche durch eine Mesodermachse gestützt werden und mit Entodermzellen überzogen erscheinen. In beiden Gruppen kommen auf denselben neben Nesselzellen auch Drüsenzellen vor, ihre physiologische Bedeutung ist in beiden Abteilungen dieselbe, weshalb sie von Hertwig als homologe Bildungen aufgefasst werden. — Auch mit bezug auf die Herkunft der Geschlechtszellen zeigen die Scheibenquallen, wie schon erwähnt, nahe Beziehungen zu den Korallen — beide sind Entokarpen.

[1] Vgl. jedoch die abweichende Darstellung dieser Frage durch B. Vetter in Kosmos XIII, 673. A. d. R.

Will man noch weiter gehen, so finden sich in der Entwickelung verwandte Züge. Es mag vielleicht auf den eigenartigen Generationswechsel der Steinkorallen hingewiesen werden, welcher von Semper im Jahre 1872 bekannt gemacht wurde. Bei den Pilzkorallen oder Fungien tritt er in einer Form auf, welche lebhaft an die bei den Scheibenquallen vorkommende Strobilabildung erinnert.

Es kommen noch weitere gegenseitige Beziehungen vor, welche ich an Korallentieren des Roten Meeres beobachtete und unlängst vorgebracht habe. Ich traf vor zwei Jahren im erythräischen Gebiete zahlreiche Rasen einer braunen *Xenia* (*X. fuscescens* Ehr.) und konnte an der lebenden Koralle folgende Beobachtungen machen:

1) Die Einzelpolypen führen mit ihrer Mundscheibe und den am Rande befindlichen Fangarmen rhythmische Bewegungen aus, welche augenfällig an die Schirmkontraktionen einer Meduse erinnern. Die Tentakel klappen regelmässig zusammen und führen per Minute etwa 30 Bewegungen aus.

2) Die Kontraktionen erfolgen bei den einzelnen Individuen eines Stockes nicht gleichzeitig, sondern sind völlig unabhängig von einander.

3) Diese Kontraktionen nehmen auch dann ihren ungestörten Fortgang, wenn man das Mauerblatt des Tieres bis an die Tentakelbasis heran abträgt.

4) Wird der Einzelpolyp durch einen Längsschnitt halbiert, so ziehen sich die beiden Hälften unabhängig von einander zusammen.

Diese Beobachtungen wurden von mir kürzlich in der »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie« veröffentlicht und ich glaubte auf Grund derselben auf gemeinsame Beziehungen im Nervensystem von Koralle und Meduse folgern zu dürfen.

Aus den Hertwigschen Untersuchungen über das Nervensystem der Anthozoen geht nämlich hervor, dass im Bereiche der Mundscheibe und besonders auch in der Nähe der Fangarme nervöse Zentralgebilde vorhanden sind. Bei den Medusen liegen die Nervenzentra an einer ähnlichen Stelle, nämlich in den Randkörpern, welche genetisch als umgewandelte Tentakeln zu deuten sind.

So mehren sich also die Thatsachen, welche für eine Zusammengehörigkeit der Korallen und acraspeden Medusen sprechen.

Wir begnügen uns indessen nicht mit der blossen Konstatierung von gemeinsamen Charakteren, sondern suchen den Weg auf, welchen die organische Umbildung und Entwickelung in beiden Gruppen genommen hat. Über diesen Vorgang spricht sich auch Haeckel in seinem Medusenwerke aus. Nach ihm haben sich die höheren Medusen und Anthozoen sehr frühzeitig von einander entfernt; als Ausgangsform beider betrachtet er die Scyphopolypen.

Es sprechen gewichtige Gründe für eine frühzeitige Divergenz beider Gruppen. Geologisch sind die Medusen offenbar ziemlich alte Geschöpfe. Ihre Abdrücke finden sich wundervoll im lithographischen Schiefer von Solenhofen erhalten.

Es gibt aber noch einen anderen Weg, auf welchem die Verwandtschaft erklärt werden kann und für den sich Argumente beibringen lassen.

Ich halte nämlich die acraspeden Medusen für die ältere Gruppe, aus der die Korallen durch den Übergang von der freischwimmenden in die festsitzende Lebensweise entstanden sein können. Im folgenden gebe ich die Gründe an, welche mir diese Auffassung zu rechtfertigen scheinen.

Es muss zunächst auffallen, dass die Scyphopolypen, welche Medusen aufammen, zwar die Längswülste des Magens besitzen, dass aber die Filamentgruppen in der Entwickelung verhältnismässig spät auftreten. Ich gebe zu, dass man im Einzelfalle mit der Anwendung des biogenetischen Grundgesetzes sehr vorsichtig zu Werke gehen muss, aber immerhin scheint mir obige Thatsache sehr von Bedeutung. Sind Medusen und Anthozoen aus Scyphopolypen hervorgegangen, so haben sich möglicherweise die Filamentgruppen der Medusen und die Mesenterialfilamente der Korallen unabhängig von einander entwickelt und sind dann streng genommen keine homologen Organe mehr.

Sodann muss auf die Thatsache hingewiesen werden, dass die Medusen in vielen Fällen ihre schwimmende Lebensweise aufgeben und in den sesshaften Zustand übergehen, wobei sie sich umkehren und die Exumbrella als Fussscheibe benutzen. Derartige Thatsachen mehren sich in den letzten Jahren.

Nach Agassiz lebt eine Scheibenqualle (*Polyclonia frondosa*) herdenweise auf den Korallenriffen und während der Challengerfahrt sind an den Küsten der Philippinen Scharen von festsitzenden Medusen beobachtet worden, wie uns Moseley in seinem anziehenden Reisewerke »Notes by a naturalist on the Challenger« berichtet: »In the shallow water were a large number of Medusae all lying on the tops of their umbrellas. They looked thus posed like a lot of See-Anemones and I took them for such at first.«

Ähnliches habe ich auf den Riffen des Roten Meeres an der südägyptischen Küste beobachten können. Hunderte von grossen Medusen aus der Gattung *Cassiopea* sind dort unbeweglich im Korallensand verankert, indem sie mit der Exumbrella aufsitzen, und ich hielt sie anfänglich ebenfalls für Seerosen[1].

Unter den niederen *Acraspeda* entwickeln die Gattungen *Lucernaria* und *Depastrella* einen Stiel, welcher zum Anheften an verschiedene Gegenstände dient.

Ich kann noch einen weiteren Fall hinzufügen, welcher die honiggelbe Mittelmeerqualle *Cotylorhiza tuberculata (Cassiopea borbonica)* betrifft. Im Herbst 1883 machte ich mit dieser Qualle Versuche, über welche ich demnächst an anderer Stelle ausführlicher berichten werde. Die Meduse *C. borbonica* zeichnet sich durch ihr regelmässiges periodisches Erscheinen aus. Man kann oft bis auf wenige Tage genau den Zeitpunkt bestimmen, wann sie eine Lokalität besucht. Im Golf von Neapel erscheint sie in der Regel um die Mitte des Monats August und verschwindet im Dezember wieder.

Es hat bisher niemand die Frage zu beantworten gesucht, wo die

[1] Vgl. das Referat über die betreffende Arbeit des Verf. in Kosmos XIII, 701. A. d. R.

Meduse die übrige Zeit des Jahres sich aufhält und aus welcher Region sie plötzlich herkommt, um an der Oberfläche des Meeres zu erscheinen. Aus den von mir angestellten Versuchen muss ich schliessen, dass diese Meduse den grössten Teil des Jahres in bedeutender Tiefe lebt, als Tiefseebewohner mit der Exumbrella auf dem Grunde aufsitzt und nur zeitweise zum Zwecke der Fortpflanzung in die pelagische Region aufsteigt. Es gelang mir in Neapel, zahlreiche Exemplare von *Cassiopea borbonica* in der genannten Weise in den festsitzenden Zustand überzuführen, bei jungen Exemplaren schon nach 12 Stunden, bei älteren erst nach 24—30 Stunden.

Alle unverletzten und lebenskräftigen Tiere setzen sich in der Weise fest, dass die Exumbrella als Fussscheibe benutzt wird und man den Eindruck einer Aktinie erhält. In diesem Zustande und ohne sich von der Stelle zu bewegen, leben die Medusen nicht nur tagelang, sondern wochenlang weiter.

Sind diese bei Medusen aus verschiedenen Gattungen auftretenden Erscheinungen zufällig oder nicht? Ich glaube, sie geben uns einen Wink über die Entstehung der Korallen.

Da nun Anthozoen bereits in silurischen Ablagerungen auftreten, so erforderte meine Ableitung ein sehr hohes geologisches Alter der Medusen, und allerdings lassen sich die bisher bekannt gewordenen Thatsachen der Paläontologie auch zu meinen Gunsten verwerten. Dass die Medusen geologisch alt sind, beweist ihr Auftreten im lithographischen Schiefer von Solenhofen. Es sind aber auch Medusen aus den uralten cambrischen Ablagerungen bekannt gemacht worden. Unlängst hat G. Nathorst solche Abdrücke beschrieben und abgebildet (vgl. Om Aftrik af Medusor. 1881). Wenn man die getreuen Abbildungen näher durchgeht, so scheint in der That die Deutung als Medusen keineswegs gewagt. Insbesondere gilt dies für *Medusites Lindströmi*. Dagegen will ich nicht verhehlen, dass mir eine andere Art, *Medusites favosus*, keineswegs eine Meduse zu sein scheint, sondern vielleicht eher als Spongie gedeutet werden dürfte.

Wenn somit verschiedene Momente es wahrscheinlich machen, dass die Anthozoen aus Medusen hervorgingen, so fehlen uns zur Zeit noch nähere Anhaltspunkte, wie die Einzelheiten in der Entwickelung vor sich gingen. Bei dem gänzlichen Mangel von Zwischenformen müssen wir uns über diese Punkte eines Urteils enthalten. — Ob dieser Übergang nur einmal oder wiederholt erfolgte, bleibt ebenfalls noch eine offene Frage. Es ist nicht undenkbar, dass die grösseren Abteilungen der Anthozoenklasse ähnlich wie die Craspedoten einen verschiedenartigen Ursprung besitzen. Bei der Schwierigkeit, ein natürliches System der Korallen aufzustellen, kann die Affinität der einzelnen Korallenzweige erst dann mit Sicherheit bestimmt werden, wenn die histologischen und entwickelungsgeschichtlichen Thatsachen vollständiger vorliegen. Vorläufig sind es nur die achtstrahligen Korallen, welche in ihrem Zusammenhange besser erkannt werden konnten.

Ähnliche Anschauungen, wie ich sie mit bezug auf den Zusammenhang der höheren Medusen und Korallen entwickelte, hat fast gleichzeitig und unabhängig von mir kürzlich Carl Vogt veröffentlicht. In

seinem im Erscheinen begriffenen »Traité d'anatomie comparée« leitet auch er die Anthozoen von den höheren Medusen ab. Die von ihm angestrebte Beweisführung aber ist eine von der meinigen verschiedene.

Vogt geht von dem allgemeinen Gesichtspunkte aus, dass freilebende und schwimmende Tierformen phylogenetisch älter sind als festsitzende Arten. Für ihn stellen jene einen primären Organisationszustand dar, aus welchem durch parasitäre Lebensweise und anderweitige Ursachen die festgesogenen, klammernden und sessilen Arten sich herausgebildet haben.

Im grossen und ganzen kann die Richtigkeit dieser Annahme nicht geleugnet werden, sie ist in der Mehrzahl der Fälle zutreffend und wirft ein erklärendes Licht auf die freilebenden Jugendstadien zahlreicher festsitzender Tiergattungen.

Wir ersehen ja aus zahlreichen Übergangsstufen, wie Schmarotzerkrebse aus freilebenden Gattungen hervorgehen. Die Vorläufer der schmarotzenden Saugwürmer und Bandwürmer suchen wir mit aller Berechtigung in freibeweglichen Formen. Die gestielten Rankenfüsser hatten freibewegliche Vorfahren, wie uns die Naupliuslarve wahrscheinlich macht. Daher denkt sich Carl Vogt einen Medusenzustand als phylogenetische Vorstufe der sessilen Korallen.

So richtig diese Erwägungen im allgemeinen sind, so dürfen sie im speziellen Falle doch nur mit Vorsicht zur Anwendung kommen und müssen noch durch weitere Beweisgründe gestützt werden.

Gelegentlich sehen wir in der Tierwelt ja auch den umgekehrten Entwickelungsgang sich vollziehen. So gibt es Anthozoen (gewisse Aktinien), welche schwimmen. Der freibeweglichen *Comatula* geht ein festsitzender pentacrinusähnlicher Zustand voraus, welcher sich in der Keimesgeschichte noch erhalten hat. Viele Bestandteile der subpelagischen Tierwelt sind wahrscheinlich aus sesshaften Bewohnern des Küstengebietes hervorgegangen. Wenigstens hat die Annahme am meisten Wahrscheinlichkeit für sich, dass, wie oben gezeigt wurde, die craspedoten Medusen genetisch jünger sind als die festsitzenden Stöcke der Hydroiden.

Für den speziellen Fall der Anthozoen aber dürfte auch die Vogtsche Anwendung zulässig erscheinen, nachdem ich seither an *Cassiopea barbonica* den experimentellen Nachweis erbracht habe, dass die Meduse sich leicht in einen festsitzenden Zustand überführen lässt[1].

Um vollständig zu sein, müssen wir endlich auch noch den letzten grossen Cölenteratenzweig — die Schwämme oder Spongien — näher berücksichtigen.

Es ist bekannt, wie vernachlässigt diese Tiergruppe lange Zeit

[1] Wie uns scheinen will, sind gerade die höheren Medusen vortrefflich geeignet, den Vogtschen Satz in seiner Allgemeinheit zu widerlegen; denn ihre Entwickelung durchläuft nach dem freien Gastrulazustande bekanntlich das festsitzende Scyphistomastadium, das, obgleich die Meduse erst als zweite Generation an diesem entsteht, doch unzweifelhaft als Wiederholung eines Vorfahrenzustandes aufzufassen ist. A. d. R.

hindurch blieb und welche systematischen Irrfahrten dieselbe durchzumachen hatte, bis sie endlich definitiv den heutigen Platz einnehmen konnte. Man hat sie erst bei den Protozoen untergebracht und einen Anschluss in der Nähe der Radiolarien gesucht; dann sind sie wiederum als Kolonien von Flagellaten erklärt worden; es tauchte sogar der Vorschlag auf, sie zu einem eigenen Typus zu erheben.

Rudolf Leuckart hat sie zuerst als Pflanzentiere zu deuten versucht und Ernst Haeckel hat in der Folge im einzelnen ihre Cölenteratennatur begründet.

In dem letzten Jahrzehnt hat die Kenntnis der Spongien eine erfreuliche Ausdehnung gewonnen, ihr histologischer Aufbau ist bis ins Detail bei ganz verschiedenen Gruppen bekannt geworden und auch die Entwickelungsgeschichte hat sich mehr und mehr aufgehellt.

Aber wir müssen uns damit vorläufig zufrieden geben. Die Abstammung der Spongien bleibt einstweilen noch in grosses Dunkel gehüllt. Alle Annahmen erheben sich nicht über die Stufe unsicherer Hypothesen.

Der Aufbau des Körpers aus drei Leibesschichten, das Kanalwerk und die Art der Skelettbildung lassen an eine nähere Beziehung zu den Korallen denken. Aber das vollständige Fehlen von Nesselorganen und Fangarmen sowie der Besitz von Hautporen entfernt sie weit von den Hydrozoen und Anthozoen. Auch die Entstehung der Geschlechtszellen ist von beiden Gruppen verschieden, denn die Spongien erzeugen wohl alle die Genitalprodukte im Mesoderm.

F. Balfour hat den Gedanken geäussert, die Spongien möchten als degenerierte Abkömmlinge gewisser Korallen, möglicherweise der Alcyonarier, aufzufassen sein. In dieser Korallengruppe haben sich ja auch verzweigte Ausläufer des Gastralraumes ausgebildet. Doch hat nach demselben Autor eine andere Annahme vielleicht noch mehr Berechtigung. Mit Rücksicht auf die Larvenform gewinnt die Vermutung Raum, dass die Spongien sich aus vielzelligen Protozoen heraus entwickelt haben. In diesem Falle ist man zu der Voraussetzung genötigt, dass die Larven gewisser Spongien die Charaktere eines derartigen Vorfahrentypus unverfälscht beibehalten haben. Ich gestehe, dass ich mir zur Zeit über die Herkunft der Spongien noch kein sicheres Urteil bilden konnte.

Obige Zusammenfassung der Stammesverhältnisse bei Pflanzentieren gebe ich als das, was sie zur Zeit nur sein kann — eine Darlegung des Entwickelungsganges einer grösseren Tiergruppe, wie er sich bei dem heutigen Stande der zoologischen Wissenschaft darbietet. Manches wird im Laufe der Jahre vielleicht noch besser begründet, anderes durch neue Thatsachen klarer gestellt werden.

Zoologische Reisen per Segelschiff.

Eine Anregung

von

Dr. **Wilhelm Breitenbach.**

Als ich im Juni 1883 in Porto-Alegre den Entschluss gefasst hatte, wieder nach Europa zurückzukehren, machte mir ein Freund den Vorschlag, meine Reise auf einem Segelschiff zu machen. Er selbst sei öfter mit Segelschiffen gefahren und sei fest überzeugt, mein Entschluss würde mich später nicht gereuen. Da es mir auf einige Wochen Zeit gerade nicht ankam, so beschloss ich dem Rate meines Freundes zu folgen und mietete mir von dem mir bekannten Capt. H. Oldenburger einen Platz auf seinem nach Falmouth in England bestimmten Schoner »Goedhart«. Nachdem wir die Lagoa dos Patos durchfahren, uns einige Wochen (wegen der noch zu komplettierenden Ladung) in Pelotas aufgehalten hatten, von wo ich einen Abstecher nach der Kolonie Sao Lourenzo machte, stachen wir, nachdem die Barre von Rio Grande ohne sonderliche Hindernisse passiert war, am 12. Juli nachmittags in See. Trotzdem ich durchaus nicht besonders darauf vorbereitet war, hatte ich mir doch vorgenommen, unterwegs so viel wie möglich Seetiere zu sammeln und zu beobachten. Ich bin im Laufe meiner Reise, die am 25. Sept. zu Ende ging, immer mehr zu der Überzeugung gekommen, dass namentlich jungen Zoologen, welche einige Strapazen und manche Unbequemlichkeiten auf einem kleinen Segelschiffe nicht fürchten, eine solche Reise per Segelschiff zu wissenschaftlichen Zwecken sehr zu empfehlen ist. Ehe ich dazu übergehe, anzugeben, was und wie man unterwegs sammeln und beobachten kann, will ich die pekuniäre Seite der Frage etwas ins Auge fassen. Am 15. Juni fuhren wir von Porto-Alegre ab und kamen am 25. Sept. in Falmouth an; die Reise hat also mehr als drei Monate gedauert. Für diese ganze Zeit habe ich mit vollständiger Verpflegung 150 Milreis oder etwa 300 Mark bezahlt; jedenfalls ist das ein sehr niedriger Preis für eine dreimonatliche Seereise. Welche reiche Ausbeute könnte man haben, wenn man etwa folgende Reise machte: Von Hamburg aus fährt man auf einem Schoner oder einer Bark nach Rio de Janeiro oder Santa Catharina in Brasilien. Hier angekommen, hält man sich etwa zwei Mo-

nate auf; den einen Monat verwendet man auf eine Erforschung der Küstenfauna, die in Brasilien noch wenig bekannt ist, den zweiten Monat benutzt man zu einem weiteren Ausflug ins Innere des Landes, wobei man Gelegenheit genug hat, eine hübsche Sammlung von Pflanzen und Tieren, besonders Insekten, Reptilien, Amphibien und Vögeln anzulegen. Darauf macht man entweder mit demselben Segelschiff oder mit einem andern die Reise nach Europa zurück. Eine solche Reise von einer Dauer von ungefähr sieben Monaten dürfte nicht mehr als 2500 Mark kosten, vorausgesetzt, dass alle unnützen Ausgaben vermieden werden. Unter den jüngeren deutschen Schiffskapitänen gibt es eine ganze Anzahl, die selbst sich auf ihren Reisen mit Sammeln befassen; es würde diesen, falls sie Platz auf dem Schiffe haben, gewiss nur Vergnügen machen, wenn sie einen jungen Naturforscher mitnehmen könnten. In Falmouth lernte ich einen deutschen Kapitän kennen, der schon Jahre lang nach Ostindien fährt und immer fleissig gesammelt hat: derselbe wollte mich unentgeltlich nach Ostindien mitnehmen und auch wieder zurückbringen, nur für Verpflegung wollte er Bezahlung nehmen. Es wäre sein Lieblingswunsch, sagte er mir, einmal mit einem Naturforscher zu reisen, jetzt finge und sehe er so manches, was ihm unbekannt sei, anderes wieder, was vielleicht grossen Wert für die Wissenschaft habe, lasse er unberücksichtigt, weil es ihm alltäglich vorkomme. Dazu fehle es ihm auch noch an der nötigen Litteratur-Kenntnis, um sich selbst so weiter zu bilden, wie er gern möchte. Ein junger Naturforscher könnte sich Glück wünschen, wenn es ihm gelänge, mit solchem Mann eine weite Seereise zu machen. Der holländische Kapitän meines Schoners, der von Zoologie keine Ahnung hatte, hat mir nichtsdestoweniger redlich geholfen und bald war er ganz unermüdlich, mir immer mehr Tiere zu verschaffen; manchen Kunstgriff, auf den ich wohl kaum gekommen wäre, hat er mir gezeigt, viele schöne Tiere, namentlich Siphonophoren hätte ich ohne ihn kaum bekommen. Er wusste die besten und einfachsten Instrumente zu konstruieren, um selbst bei schneller Fahrt die Tiere zu erwischen.

Einige solcher einfachen, aber sehr praktischen Fangmethoden mögen zu Nutz und Frommen etwaiger Kollegen, welche gleich mir eine zoologische Segelschiffreise machen wollen, hier mitgeteilt werden. Gleich in den ersten Tagen, als wir auf See waren, hätte ich gern einige der zahlreichen Seevögel gehabt, welche sich in der Nähe des Schiffes umhertrieben. Aber wie dieselben erhalten? Als ich dem Kapitän meinen Wunsch mitteilte, schüttelte er erst bedenklich den Kopf, dann schien ihm ein Gedanke zu kommen; er ging in die Kajütte und holte eine lange Angelschnur. An die Angel steckte er ein Stückchen Speck und einen Kork, damit sie auf dem Wasser schwämmen, und so warf er die Schnur vom Hinterteil des Decks ins Meer. Es dauerte kaum einige Minuten, da hatten sich an zehn Vögel in der Nähe des Specks niedergelassen, und in zehn Minuten hatte ich drei Vögel »geangelt«. Wir haben das Experiment mit demselben Erfolge oft wiederholt. Wer möchte wohl auf den Gedanken kommen, Vögel mit der Angel zu fangen? Manche der niedlichen Tiere, die wir fingen, haben wir tagelang an Bord gehabt, so dass sich Gelegenheit bot, dieselben lebend zu beobachten.

Pelagische Tiere, wie Polycyttarien, Krustaceen, Medusen, Würmer fing ich mit Oberflächennetzen in der einfachsten Weise. Bei ruhigem Wetter und langsamer Fahrt (nicht mehr als 3 Meilen) liess ich vom Hinterteil des Schiffes aus in der Regel zwei Netze an ziemlich langen Leinen nachschleppen. Durch die Bewegung des Schiffes selbst hielten sich dieselben an der Oberfläche. Von Zeit zu Zeit zog ich die Netze ein, um zu sehen, ob etwas in ihnen sich gefangen hatte. Auf diese höchst einfache und mühelose Art ist es mir gelungen, viele schöne Sachen zu erlangen. Am Abend oder in der Nacht ist diese Fangmethode sehr vorteilhaft anzuwenden und zugleich bietet sie manchen Genuss. An vielen Abenden fuhren wir durch grosse Scharen von Feuerquallen (*Pelagia*), die wir ohne das Netz kaum bemerkt hätten, da sie fast gar nicht leuchteten. Sobald aber eine oder mehrere dieser Pelagien in das Netz geraten waren und mit den Wandungen desselben oder mit einander in Berührung kamen, leuchteten sie hell auf, so dass man sie aus ziemlich grosser Entfernung innerhalb des Netzes deutlich erkennen konnte. Durch vorsichtiges Aufziehen des Netzes konnte ich mich dann in Besitz der schönen Tiere setzen. So habe ich in den Abendstunden des 14. Sept. unter 39° 44' N. B. und 10,5 Meilen OSO. von der Azoren-Insel Corvo einige zwanzig schöne grosse Pelagien gefangen. Ein andermal, am 8. Sept., unter 36° 26' N. B. und etwa 35° W. L. bekam ich innerhalb einer halben Stunde Tausende von *Ephyra*-Larven auf den verschiedensten Entwickelungsstufen.

Grössere Oberflächentiere, wie Siphonophoren, Cephalopoden, verschiedene schöne Nacktschnecken, Schnecken mit einem eigentümlichen hydrostatischen Apparat, Salpen, ferner Medusen und viele andere Tiere haben wir mit vielem Glück auf folgende höchst einfache Weise trotz bewegter See und ziemlich schneller Fahrt gefangen. An einem Ende einer langen Stange war ein Ring befestigt, an welchem ein kleines grobmaschiges Netz angebracht war; mit diesem Instrument stellte ich mich an den Bugspriet des Schiffes, um namentlich die Physalien und *Velella* zu erwischen. Kommt z. B. eine schöne rote *Physalia* auf das Schiff zu, so hält man ihr das kleine Netz entgegen; mit den stark klebrigen Senkfäden bleibt das Tier ausnahmslos in den Maschen des Netzes hängen, so dass man es ohne Mühe und völlig lebensfrisch an Bord holen und in ein bereitstehendes Gefäss mit Wasser bringen kann. Die einzige Beschädigung, die das Tier bei diesem Fang erleidet, ist die, dass Stücke von einzelnen Senkfäden abreissen, was aber wohl kein grosses Unglück ist. Man kann sich bei dieser Gelegenheit aufs schönste von der kolossalen Länge überzeugen, zu der diese Senkfäden ausgezogen werden können; man legt z. B. die Enden einiger Senkfäden auf die Schiffswand, an der sie sofort fest haften bleiben, und geht dann mit dem Körper des Tieres nach hinten. So konnten wir bei grossen Physalien die Senkfäden fast über die ganze Länge des Schiffes hin ausdehnen. Wenn man die grosse Zahl der Senkfäden bei einer erwachsenen Physalie bedenkt, so begreift man, welchen grossen Raum diese wunderbaren Geschöpfe mit ihren furchtbaren Waffen beherrschen können. Mit diesem selbigen einfachen Netz fing ich in der Nähe der Azoren-Insel Corvo grosse Mengen

fusslanger Salpen, die zuweilen in Ketten uns entgegentraten von 10 Fuss Länge und darüber. Velellen, selbst kleine, junge Exemplare, bleiben vermöge der Klebrigkeit der Tentakeln leicht in den Maschen des Netzes hängen.

Wollten wir kleinere Tiere an Bord holen, z. B. *Porpita*, von denen wir mehreremale zu Tausenden zählende Schwärme angetroffen haben, Würmer, Mollusken, kleinere Medusen etc., so befestigten wir an Stelle des Netzes ein blechernes, nicht zu tiefes Schöpfgefäss an der Stange. Man stellt sich beim Fang aber nicht an den Bug des Schiffes, sondern an die Seitenwand. Das Schöpfgefäss darf nicht zu gross und zu tief sein, da es sonst zu schwer zu handhaben ist. Übrigens erwirbt man sich auch darin bald eine bedeutende Geschicklichkeit. Diesem einfachen Gerät verdanke ich eine Menge wertvoller Sachen, namentlich Hunderte von *Porpita*, zahlreiche Schnecken, eine Anzahl Dekapoden, kleine Salpen, Medusen, prachtvolle Polycyttarien von oft enormer Grösse und manches andere.

Dass man bei ruhigem Wetter auch Fische mit der Angel fangen kann, dass man grössere Fische mit der Harpune erbeuten kann, braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden. Fliegende Fische lässt man sich selbst fangen; sie fliegen nachts in ganzen Scharen gegen die Segel, fallen auf Deck und werden gebraten am andern Morgen zum Frühstück verzehrt. Ich will hier auf den wirklich vorzüglichen Geschmack der fliegenden Fische aufmerksam machen; in der That kenne ich nicht viele Seefische, die in dieser Hinsicht mit denselben wetteifern können, was auch unser schöner grosser Kater, den wir an Bord hatten, sehr wohl einzusehen schien. Dieses Tier schlief den ganzen Tag; sobald es aber Abend wurde, kam es an Deck und setzte sich in das Tauwerk, um jeden fliegenden Fisch sehen zu können, der gegen die Segel flog. Manchmal hat unser Kater in einer Nacht vier oder fünf Fische gefangen und verzehrt und so unser Frühstück nicht wenig geschmälert.

Einige praktische Winke mögen hier noch Platz finden. Man wähle zur Reise ein möglichst kleines Schiff, dessen Deck nicht hoch über Wasser ist; je näher man sich an der Meeres-Oberfläche befindet, desto leichter und bequemer kann man natürlich fangen. Die Gläser, in denen man die gefangenen Tiere etwa lebend zur Beobachtung aufbewahren will, muss man, um sie bei dem Schaukeln und Rollen des Schiffes vor dem Umfallen zu bewahren, in eine Vorrichtung stellen, ähnlich den Gestellen, in denen in chemischen Laboratorien die Reagenz-Gläser aufbewahrt werden. Zu mikroskopischen Arbeiten wird man während der Reise kaum kommen; ich habe gänzlich darauf verzichtet. Dagegen kann man sich ein mikroskopisches Laboratorium später im Hafen leicht einrichten. Zeichnungen von ganzen Tieren oder auch Teilen mit Hilfe einer guten Lupe lassen sich während der Fahrt ganz gut anfertigen; bei Windstille kann man allenfalls auch mikroskopieren. Dass man natürlich nicht versäumt, während der ganzen Reise meteorologische Beobachtungen anzustellen, ist wohl selbstverständlich.

Während unserer Reise befanden wir uns einige Tage in dem sogenannten Sargasso-Meer. Ich habe schon in meinem Aufsatz »Mimicry

bei Seetieren« (Kosmos 1884, Bd. I, S. 24) darauf hingewiesen, dass ein Zoologe auf einer Segelschiffreise etwa nach Westindien die beste Gelegenheit haben würde, die Sargassofauna eingehend zu studieren. Hat man Fässer zur Verfügung, so kann man grosse Mengen von *Sargassum* an Bord holen und hat Arbeitsmaterial in Überfluss. Namentlich biologische Beobachtungen würden sich im Sargasso-Meer als lohnend erweisen.

Da der Mensch von wissenschaftlichen Beobachtungen allein nicht leben kann, sondern auch essen und trinken will, so sind einige Bemerkungen über die Verpflegung auf kleinen Segelschiffen nicht unnötig. Dass die Verpflegung nicht so ist wie auf den luxuriösen transatlantischen Dampfern, ist klar. Wir hatten ein einfaches, aber ausreichendes und nahrhaftes Essen. Übrigens kann sich, wer in dieser Hinsicht etwas verwöhnt ist, ja manches mitnehmen, also z. B. Fleisch in Büchsen, Gemüse u. s. w. Auch lässt sich ja der Bestand an lebendem Vieh, der auf kleinen Segelschiffen sich auf ein paar Schweine und einige Hühner zu beschränken pflegt, mit nicht zu grossen Unkosten vermehren, etwa durch zwei Hammel, durch Hühner oder Enten, so dass man das frische Fleisch nicht zu lange zu entbehren braucht.

Nach dem, was ich auf meiner Reise von Rio Grande nach England erlebt und beobachtet habe, glaube ich bestimmt, dass sich zoologische Reisen in der vorgeschlagenen Weise sehr dankbar erweisen würden. Schon die billige Art und Weise, in der die Gelegenheit geboten ist, z. B. ein Tropenland zu sehen, müsste zu dem Unternehmen anlocken. Ich möchte wünschen, dass ein jüngerer Zoologe, der über die nötige Zeit verfügt, sich meinen Vorschlag überlegte und eine solche Reise ausführte. Zu jeder näheren Auskunft, soweit ich sie zu geben vermag, bin ich selbstredend jederzeit bereit.

Wissenschaftliche Rundschau.

Physiologie.

Die mechanische Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut

hat Prof. R. Wiedersheim zum Gegenstand einer interessanten Mitteilung gemacht, welche in der Festschrift zur letztjährigen Naturforscherversammlung in Freiburg i. Br. veröffentlicht wurde. Bekanntlich erregte es vor einigen Jahren nicht geringes Aufsehen, als durch Untersuchungen von Gegenbaur, Jeffery Parker und Metschnikoff festgestellt wurde, dass die sogenannte »intracelluläre Nahrungsaufnahme«, d. h. die Fähigkeit, feste Nahrungspartikelchen durch aktive amöboide Bewegung des Zellkörpers in diesen hineinzubefördern und zum Zwecke der Verdauung darin festzuhalten, nicht, wie man bisher geglaubt, nur auf das freie Protoplasma der Protozoen beschränkt ist, sondern ebenso den Entodermzellen der Spongien und der eigentlichen Cölenteraten zukommt. Zum Teil schon vorher waren ganz gleiche Beobachtungen bei zahlreichen Turbellarien gemacht worden: mögen dieselben einen gesonderten Darmkanal besitzen oder nicht, jedenfalls dringt die Nahrung unmittelbar in die verdauenden Zellen ein, die häufig auch amöboide Bewegungen zeigen. Höhere Strudelwürmer dagegen, Anneliden, Rädertierchen und viele andere Würmer haben diese Erscheinung bisher nicht erkennen lassen, und gleiches gilt von den Arthropoden, Mollusken und Wirbeltieren.

Die Frage, wie die Nahrungsaufnahme bei diesen erfolge, wurde früher einfach mit dem Hinweis auf die Verdauungssäfte beantwortet, welche die in den Magen und Darm eingeführten festen Stoffe in Lösung überführen und auf diese Weise befähigen sollten, durch die feste Mauer des Darmepithels hindurch zu diffundieren und in die Chylusgefässe zu gelangen; um jedoch die Aufnahme fester Partikelchen sowie der innerhalb der Epithelzellen und bis in die Lymphbahnen der Submucosa hinein nachgewiesenen Fetttröpfchen zu erklären, sah man sich zu der Annahme genötigt, dass irgendwelche porenartige Öffnungen in dem fein gestrichelten Basalsaum jener Zellen oder (Brücke) feine protoplasmatische Fortsätze derselben einen solchen Durchtritt ermöglichten, obwohl in bezug auf letzteres sichere Beweise von keinem Wirbeltiere beigebracht

werden konnten. Übrigens können auch Eiweisse bekanntlich nur in peptonisiertem Zustand hinlänglich rasch und reichlich diffundieren: um aber Peptone zu bilden, müssen notwendig Pepsindrüsen vorhanden sein. Solche fehlen nun den phyletisch ältesten Wirbeltieren, dem *Amphioxus*, den Cyclostomen und wahrscheinlich auch den Dipnoern vollständig. Wie geht bei diesen Tieren die Eiweissresorption vor sich?

Der Lösung dieser Fragen ist man in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten nähergetreten. Verf. teilt zunächst eine Beobachtung mit, die er selbst schon 1875 an *Spelerpes fuscus* und ein Jahr später v. Thanhoffer am Frosch gemacht hat. »Zwischen den im Darmkanal ziemlich häufig vorkommenden Flimmerzellen fanden sich auf grosse Strecken hin jene längst bekannten gewöhnlichen Darmepithelien: allein von jenem Basalsaum war im frischen Präparate nichts zu erkennen. Die freien Ränder erschienen im Gegenteil ohne jegliche scharfe Begrenzung, gleichsam offen, unregelmässig gelappt, aufgefasert und da und dort wie eingerissen und in dickere Flimmerhaare zerfallend.« Und diese freien Ränder und Faserfortsätze waren in aktiver Bewegung begriffen, veränderten langsam ihre Form, wurden gelegentlich in den Zellenleib zurückgezogen. Es ist also kaum zu bezweifeln, dass sie in ähnlicher Weise bei der Ernährung mitwirken wie die entsprechenden Zellen der niedersten Metazoen.

Fast noch bedeutsamer erscheint eine andere Beobachtungsreihe, welche an die schon längst bekannten Nester von weissen Blutkörperchen oder Lymphzellen in der Submucosa des Säugetierdarmes anknüpft. Edinger fand dieselben 1877 auch bei Fischen, und zwar sah er sie von der Submucosa aus zwischen die Epithelzellen emporsteigen, manchmal unter fadenartiger Ausziehung gegen das Darmlumen sich vordrängen, ja nicht selten waren sie schon ganz hindurchgetreten. Verf. konstatierte seinerseits 1881 durch Versuche an zwei lebenden Selachiern, dass Farbstoffe, welche man der Nahrung beigemischt, massenhaft in jene Lymphzellen des Oesophagus, z. T. auch des Mitteldarmes gelangen und zugleich, allerdings viel später, im Innern einzelner Epithelzellen angetroffen werden. Hiernach scheinen also bei den Fischen einmal die weissen Blutkörperchen als Wanderzellen ins Darmlumen überzutreten, sich mit festen Nährstoffen zu beladen und damit wieder in jene Nester, welche ganz den Lymphfollikeln der Säugetiere entsprechen, zurückzukehren, daneben aber auch die Epithelzellen selbst wie bei *Spelerpes* und beim Frosch durch amöboide Fortsätze Fremdkörper an sich zu reissen, um sie wahrscheinlich ebenfalls an die Lymphkörperchen abzugeben.

Drei neuere Arbeiten haben diese Annahme bestätigt. Nach F. Hofmeister bilden die Lymphzellen des Darmes das Mittel, »um die Peptone vor ihrem Übertritt in den Säftestrom festzuhalten und zu binden. Wären sie nicht vorhanden, so würden, wie Experimente beweisen, die direkt in die Blutbahn eingeführten Peptone zu Vergiftungserscheinungen führen und, falls der Weg zur Niere offen ist, schliesslich zum grössten Teil unverändert mit dem Harn wieder ausgeschieden werden.« Genau wie die roten Blutkörperchen zum Sauerstoff, so verhalten sich also die weissen zu den Peptonen, »die sie, ohne ihre charakteristischen Eigen-

schaften zu verwischen, toxisch indifferent machen und vor dem Übertritt in den Harn bewahren.« Sodann beobachtete Ph. Stöhr eine massenhafte Auswanderung lymphoider Zellen aus den Tonsillen, aus den solitären und aggregierten Follikeln des Darmes sowie aus den Balgdrüsen und der Bronchialschleimhaut des Menschen und vieler Säugetiere mit häufigem Austritt in die angrenzenden Hohlräume, glaubte aber, dass es sich bei diesem Vorgang, den man bis dahin nur als Folge gewisser pathologischer Affektionen des Darmes und des Bronchialbaumes angesehen hatte, um eine Ausscheidung »verbrauchten Materiales« handle. Endlich vermochte Zawarykin durch geeignete Behandlung von Darmstücken des Hundes, des Kaninchens und der Ratte den Schluss höchst wahrscheinlich zu machen, dass die ins Darmlumen übergewanderten Lymphzellen insbesondere auch Fettmoleküle aufnehmen und dann wieder zwischen den Darmepithelzellen hindurch in das adenoide Gewebe und in die netzartigen Chylusbahnen und von da schliesslich in den Blutstrom gelangen, wo er sie direkt nachweisen konnte.

Damit eröffnet sich uns ein höchst wertvoller Einblick in die allmähliche Differenzierung der Ernährungsfunktion und ihrer Werkzeuge. Ursprünglich war unzweifelhaft jede Zelle des Metazoenkörpers zur Nahrungsaufnahme befähigt und diese bestand, wie schon oben erwähnt wurde, in einem rein mechanischen Ansichreissen fremder Stoffe durch pseudopodienartig ausgestreckte Protoplasmafortsätze (die eigentliche Assimilation hatte natürlich wie bei den Protozoen intracellulär auf chemischem Wege vor sich zu gehen). Sehr früh verloren dann natürlich die Zellen des Ektoderms diese Fähigkeit — wenn auch gewiss in manchen Abteilungen an verschiedenen Stellen der Körperoberfläche eine Modifikation derselben sich erhalten haben mag —; unter den übrigen kam es sodann zu einer zweifachen Arbeitsteilung: einmal trat, für gewisse Stoffe wenigstens, die Ausscheidung lösender Säfte und Fermente in das Darmlumen mehr und mehr an die Stelle des primitiven Modus, welcher jedoch daneben bei niederen Würmern und selbst bei niederen Wirbeltieren noch für eine Reihe der wichtigsten Nahrungsbestandteile, die Eiweisse und Fette, fortbesteht; zweitens aber hatte die Entstehung eines eigentlichen Mesoderms, wie wir es bereits unter den Cölenteraten bei Schwämmen und Ctenophoren antreffen, notwendig zur Folge, dass einzelne Zellen desselben die Aufgabe der Nahrungszufuhr übernahmen, indem sie (unter Beibehaltung der ursprünglich sämtlichen Elementen dieser Leibesschicht zukommenden amöboiden Beweglichkeit) als »Wanderzellen« in das Darmlumen übertraten, um hier in der geschilderten Weise sich vollzufressen und dann, ins Mesoderm zurückgekehrt, ihren Überfluss auf langsamer Wanderschaft wieder an die hungrige Umgebung abzulassen.

Die zahllos verschiedenen Stufen und Abänderungen dieses doppelten Differenzierungsvorganges sind uns fast alle noch unbekannt; jedenfalls aber dürfen wir die bei niederen Wirbeltieren noch vorhandene amöboide Beweglichkeit der entodermalen Epithelzellen ebenso wie diejenige der mesodermalen Lymphzellen »als ein uraltes Erbstück von den niedersten Wirbellosen her auffassen«. »Von den Knochenfischen

und vielleicht schon von einzelnen Selachiern an verlieren jedoch die Darmepithelien die Fähigkeit, feste Stoffe aufzunehmen;« sie erscheinen »nur noch zur Aufnahme ganz bestimmter und in bestimmter chemischer Richtung veränderter Stoffe befähigt; kurz die einzelne Zelle verhält sich jetzt, ähnlich wie die Drüsenzellen, der aufzunehmenden Materie gegenüber auswählend.«

Es kann nicht überraschen, dass sowohl Durchwanderung von Lymphzellen als Aufnahme fester Partikelchen von seiten der Epithelzellen in einem anderen Organe sich unverändert erhalten haben, nämlich in der Lunge, deren Vermögen, feine inhalierte Staub- und Kohlenteilchen durch das Alveolenepithel aufzunehmen und im interstitiellen Gewebe abzulagern, längst bekannt ist. Ihre zellige Auskleidung stammt ja vom Entoderm ab, und dass dieselbe hier ihr ursprüngliches Verhalten bewahrt hat, erklärt sich einfach daraus, dass hier »Alles auf Schaffung einer möglichst grossen und freien Permeabilität für die Gase abzielt«. — Eine gewisse Schwierigkeit ergibt sich noch daraus, dass der Darmkanal bei *Amphioxus* und der Larve von *Petromyzon* in ganzer Ausdehnung, bei höheren Formen wenigstens streckenweise, von Flimmerepithel ausgekleidet ist, während zugleich bei ersteren die Labdrüsen noch gänzlich fehlen, dass also hier die gesamte Nahrungsaufnahme durch die cilientragende Fläche bewirkt werden muss. Von einem solchen Vorgang konnte man sich bisher keinerlei plausible Vorstellung machen; viel eher denkt man ja natürlich überall, wo es sich um die Wirkung von Flimmerhaaren handelt, an die Notwendigkeit der Fortschaffung irgendwelcher Stoffe. Dem begegnet Verf. durch folgende, wie uns scheint, höchst glückliche und wohl begründete Annahme, die wir wörtlich wiedergeben:

„Ich fasse, der gewöhnlichen Annahme entgegen, die einzelnen Cilien nicht als kutikulare Abscheidungen des Zellprotoplasmas, sondern als rapid hervorgestossene Fortsätze des letzteren selbst auf, so dass also das Spiel der Flimmerhaare gewissermassen nur als eine mit rapider Schnelligkeit verlaufende amöboide Bewegung des Zellprotoplasmas und jedes Flimmerhaar als ein blitzschnell hervorgestossenes Pseudopodium erscheint."

In der That kann eine solche Auffassung nach den zahlreichen Beispielen des Übergangs von strömendem oder pseudopodienartig vorgestrecktem Protoplasma zu Flimmerbewegung, welche bereits von Protozoen und niederen Metazoen bekannt geworden sind, kaum mehr befremdlich erscheinen; sie wird aber auch durch Beobachtungen von Eimer, Nussbaum und Th. Engelmann über Spermatozoen- und Flimmerbewegung bei höheren Tieren gestützt. Ist also das Flimmerhaar ursprünglich nackt und resorptionsfähig zu denken, so mag, auch nachdem sich sein Fuss und vielleicht auch eine Randzone verdichtet hat, doch wohl der grösste Teil desselben jene Eigenschaft bewahrt haben und so die Aufnahme von festen Stoffen bewirken können. Im Lichte dieser Anschauung wird sogar der gestrichelte oder wie aus Stäbchen zusammengesetzte Basalsaum der meisten Darmepithelzellen verständlich: jene Stäbchen sind hiernach einfach als verklebte Cilien zu betrachten, welche denn auch, wie dies bei Fischen nicht selten und nach Zawarykin sogar bei Säugetieren noch zu beobachten ist, fingerartig auseinandertreten

können. Man vermag sich daher zuweilen kaum dem Eindruck zu entziehen, »dass zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen und den Flimmerzellen des Darmes ganz allmähliche Übergänge existieren und dass sie in physiologischer Beziehung keine prinzipiellen Unterschiede darbieten.«

Ethnologie.

Der Streit um die Abstammung der Magyaren.

Zwischen den beiden berühmten ungarischen Gelehrten Paul Hunfálvy und Hermann Vámbéry ist in neuester Zeit über den Ursprung der Magyaren ein wissenschaftlicher Streit entbrannt*, der in Ungarn ein grosses Aufsehen erregt hat und der von den Anhängern beider Gelehrten mit einer Erregtheit weitergeführt wird, als handelte es sich um die Reputation des ungarischen Volkes. Hunfálvy und Budencz behaupten, die Ungarn seien Finnen, Vámbéry tritt dagegen in neuester Zeit mit grosser Gelehrsamkeit den Beweis an, dass die Ungarn türkischer Abstammung sind. Bevor ich in dieser Streitfrage meine Meinung äussere, muss ich etwas weiter zurückgreifen und in kurzem auf die scharfsinnige Beweisführung Hunfálvys näher eingehen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die ältesten Vorfahren der Magyaren einst in einer Gemeinschaft mit den Finno-Ugern gelebt haben. Dafür haben wir in den Zahlen 1—7 den unumstösslichen Beweis, welche in allen finnisch-ugrischen Sprachen identisch sind. Die Ursitze der Magyaren versetzt Hunfálvy in das Flussgebiet der Dwina, Kama, Wolga, Jaik, Irtisch und Ob. In der magyarischen Chronik finden sich sogar dunkle Erinnerungen an eine Urheimat der Magyaren. Die Chronik erwähnt nämlich einen Fluss »Etel«, in welchem wir die Wolga vermuten können, weil diese bei den türkischen Völkern Etil heisst. Weiter erwähnt die Chronik einen Togata-Fluss, worunter der Irtisch gemeint sein wird, da dieser bei den Ostjaken Tangat heisst. Aus den magyarischen Verhältniswörtern ergibt sich ferner, dass die Magyaren noch lange nach der Trennung von den Finnen in der Nähe der Ostjaken und Syrjänen gewohnt haben. Nach der Trennung von den Ungern kamen die eigentlichen finnischen Völker mit Germanen und Litauern, die ugrischen aber mit türkischen Völkern in Berührung; beide geschichtliche Prozesse spiegeln sich in den betreffenden Sprachen wieder. Wie aus der Sprache hervorgeht, bildeten Jagd und Fischerei die Hauptbeschäftigung der Magyaren in ihrem Stammlande. Von den türkischen Völkern nahmen sie dagegen die Viehzucht an. Die Bezeichnungen für Ochs, Kalb, junges Rind, junger Stier, Bock, Widder, Schwein im Magyarischen sind türki-

* Hunfálvy, Die Ungern. 1881. Wien-Teschen, Prochaska. Vámbéry, Der Ursprung der Magyaren. 1882. Leipzig, F. A. Brockhaus, und Hunfálvy, Vámbérys Ursprung der Magyaren. 1883. Wien-Teschen, Prochaska.

schen Ursprungs, desgleichen die Bezeichnungen für Gerste, Weizen, Erbse, Hanf, Grütze, Ackerland, Obst, Apfel. Hunfálvy gibt auch zu, dass das Blut der Magyaren starke Beimischungen türkischen Blutes erfahren habe, und verweist auf ein Zeugnis des Constantinos Porphyrogenitos, der um 950 n. Chr. schreibend bezeugt, dass mit den Magyaren sich die Kabaren, ein Zweig der türkischen Chazaren, vereinigt haben, und dass noch zu seiner Zeit beide Sprachen (die magyarische und kabarische) nebeneinander bestanden. Zu Ende des IX. Jahrhunderts bezogen die so türkisierten »Ugern« das Land, das von der Zeit an Unger- oder Ungarland genannt wird. Hier fanden sie überall eine nicht dichte slowenische Bevölkerung, die mit den Ankömmlingen bald verschmolz. Durch diese Slowenen kam die grosse Masse slawischer Nomina (aber kein einziges slawisches Verbum!) in die ungrische Sprache. Diese Resultate der Forschungen Hunfálvys hatten schon allgemein Beifall gefunden, als plötzlich im vorigen Jahre der berühmte Turkologe Professor Vámbéry in Pesth dieselben in Frage stellte und den Nachweis zu erbringen suchte, dass die Magyaren vorwiegend türkischer Abstammung sind. Ich bedauere in mancher Hinsicht mit dem berühmten Gelehrten nicht übereinstimmen zu können. In einem früheren, in jeder Hinsicht ausgezeichneten Werke [1] hat Vámbéry gezeigt, dass die türkischen Völker mit den arischen Elementen erst in einer verhältnismässig jüngeren Zeit in Berührung traten. Von den alten Sitzen der iranischen Welt, aus den heutigen Oxus- und Jaxartesländern sind die spärlichen Funken einer vorgeschrittenen Bildung zu den Türken in die urheimatliche Steppenwelt gedrungen, die Lehnwörter sind durchwegs iranischen Ursprungs. Die Urheimat der Türken lag somit nördlich von den Iraniern, in den Steppen Zentralasiens. Im Widerspruch mit diesem ganz richtigen Resultate verlegt Vámbéry in seinem neuesten Werke die Sitze der türkischen Völker so weit nach Westen, dass er auch die alten Skythen für ein türkisches Volk erklärt. Das ist ganz und gar unrichtig. Müllenhoff hat meiner Ansicht nach den definitiven Beweis geführt, dass die Skythen und ihre Nachbarn, die Sarmaten, Vorfahren der iranischen Osseten des Kaukasus, eine iranische Sprache gesprochen haben. Vámbéry soll uns einen Kenner altiranischer Sprachen anführen, der den sprachlichen Beweis Müllenhoffs nicht für gelungen erklären würde. Die Skythen und Sarmaten waren ein Rest der aus Europa ausgewanderten Iranier. Für die einstige europäische Heimat der Iranier spricht der Umstand, dass den iranischen Galčas in Zentralasien die »Weissbirke« mit dem europäischen Namen bekannt ist [2]. Es ist weiter bekannt, dass den Keilinschriften die Iranier erst im IX. Jahrh. v. Chr. bekannt wurden. Die Iranier haben das Plateau von Iran nicht vor dem Anfang des I. Jahrtausends betreten. Die prähistorischen, mit den Akkadiern wahrscheinlich verwandten

[1] Vámbéry, Die primitive Kultur des turko-tatarischen Volkes. Leipzig 1879. F. A. Brockhaus.

[2] Tomášek, Centralasiatische Studien. Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. 1880.

Meder[1] und Susianer haben zum mindesten 2 Jahrtausende vor der Ankunft der Iranier einen grossen Teil des Plateau von Iran bewohnt und beherrscht[2]. Es kann wohl als ausgemacht gelten, dass Osteuropa in prähistorischer Zeit von arischen Völkern bewohnt war, die gewiss keinem turanischen Stamm den Durchweg gegen Südwesten erlaubt hätten, und dass die Turanier d. h. Türken in dieser Periode mit den prähistorischen Ariern nicht in den geringsten Kontakt kamen, hat eben Vámbéry in seinem frühern Werke zur Evidenz nachgewiesen.

Vámbéry schliesst weiter aus den Eigennamen auf die Sprache der Hunnen und Awaren und hält beide Völker für Türken. So weit auf einem solchen Gebiet ein Resultat überhaupt zu erzielen ist, halte ich seine Ausführungen trotz der Einwendungen Hunfálvys für richtig. Nicht ganz bin ich einverstanden mit seinen Untersuchungen über die Herkunft der alten Bulgaren. Vámbéry hält sie gleichfalls für Türken. Namen wie Almus (tatarisch Alamus, richtiger Ulumus »der grosse, erhabene«), Krum (türk. korum »Schutz«), Cok (türk. Cok »Macht«), sind wohl türkischen Ursprungs, aber Namen werden entlehnt und beweisen nicht die Herkunft eines Volkes. Hunfálvys Einwendungen halte ich für sehr beachtenswert und glaube mit ihm, dass die alten Bulgaren gleich den Merja- und Mordwa-Völkern, ihren einstigen Nachbarn, finnisch-ugrischer Herkunft waren. Nach den Bulgaren behandelt Vámbéry die Chasaren (Kozaren) und Bissenen (Petschenegen) und gelangt so zu den Magyaren.

Die Gründe, welche Vámbéry für das Türkentum der Magyaren vorbringt, erscheinen uns nicht zwingend genug und wir glauben als Resultat des wissenschaftlichen Streites zwischen Hunfálvy und Vámbéry folgendes anführen zu können: Die Magyaren waren ursprünglich ein finnisch-ugrisches Volk, haben aber später zahlreiche türkische Volkselemente und mit diesen zugleich zahlreiche türkische Worte in ihre Sprache aufgenommen. Die Zahl der türkischen Worte ist im Magyarischen eine weit zahlreichere, als Hunfálvy sie ursprünglich angenommen hatte. Auch die heutigen Ungarn erinnern in ihrem körperlichen Habitus, soweit sie nicht mit slawischem und deutschem Blute gemischt sind, mehr an die Türken als an die Finnen. Die Finnen sind vorwiegend von heller, die Ungarn von dunkler Komplexion.

Dr. Fligier.

Botanik.

Hybridogener Ursprung der Arten.

In einem früheren Artikel sagten wir, dass O. Heer unter den Gründen, die ihn gegen die Annahme einer allmählichen Entwicklung des Pflanzen- und Tierreiches stimmten, auch den angab, »dass seit der

[1] Vergl. meinen Aufsatz „die Urzeit Vorderasiens". Gaea 1881, vergl. Delitzsch, Sprache der Kossaeer. Leipzig 1884. Hinrichs.

[2] Oppert, Les Mèdes. Paris 1879.

Diluvialzeit keine neuen Arten mehr entstanden seien«. Wir wiesen damals darauf hin, dass wohl eine Reihe der Schmerzenskinder der Systematiker, vor allem die Gattungen *Rubus*, *Rosa* und *Hieracium* kaum für dieses Dogma von Heer sprechen, dass diese eben deshalb so mancherlei Schwierigkeit bereiten, weil ihre Arten oder doch ein Teil derselben im Fluss seien, weil sie Formen, die in der Artwerdung begriffen sind, in sich fassen. In einer Abhandlung »über polymorphe Formenkreise«* finden wir nun von einem der besten Kenner der *Rubus*, von Focke, diese Ansicht durchaus bestätigt und bewiesen. Den wesentlichsten Inhalt dieser Abhandlung glauben wir an diesem Orte um so eher darlegen zu sollen, als der Verf. neues und wertvolles Material für die Theorie des Artbildungsprozesses liefert.

Es gibt eine Reihe von Pflanzenspezies, die man als »Sammelarten« auffassen kann. Ein bestimmter Typus tritt in einer Reihe mehr oder weniger divergenter Formen auf, die wenigstens in ihren Extremen so weit von einander differieren, dass sie die Systematiker vielfach und mit Recht als spezifisch verschieden auffassen. Für einen Teil dieser polymorphen Formenkreise dürfte die Verschiedenheit der Lebensbedingungen, Anpassung an besondere klimatische und standörtliche Verhältnisse, die wesentliche Ursache der Vielgestaltigkeit sein. Die Divergenz der kleinblütigen schnellwachsenden und kurzlebigen Formen und der grossblütigen langsam sich entwickelnden langlebigen Formen des Typus der *Viola tricolor* L. dürften solche durch die Ungleichheit der Lebensbedingungen entstandene Arten sein.

Für andere polymorphe Formenkreise muss man aber andere Entstehungsursachen annehmen. »Man wird gern zugeben,« schreibt Focke, »dass z. B. ein grösserer Drüsenreichtum (bei *Rubus*-Arten) unter gewissen Umständen vorteilhaft, unter andern nutzlos sein kann, ohne dass wir bis jetzt im stande sind, dies zu verstehen. Man wird ferner zugeben, dass klimatische und standörtliche Verhältnisse Einflüsse auf die Pflanzengestalt ausüben können, die wir noch nicht richtig aufzufassen und zu würdigen vermögen. Aber mag man unbekannten umgestaltenden Einwirkungen eine noch so grosse Bedeutung zuschreiben, so bleibt es doch unmöglich, die Formenmannigfaltigkeit der Rosen und Brombeeren dadurch zu erklären, dass man annimmt, sie seien durch Variation und Auslese aus einem einzelnen Urtypus entstanden. Die ausgeprägtesten Formen sind nicht etwa an ausgeprägte standörtliche Verhältnisse gebunden, sondern sie zeichnen sich umgekehrt durch ihre weite Verbreitung, auffällige Konstanz und verhältnismässig geringe Abhängigkeit vom Klima aus.«

Was kann also noch diese Vielgestaltigkeit bestimmter Formenkreise bedingen? — Eine Untersuchung des Pollens der *Rubus*-Arten führte Focke zu der interessanten Erkenntnis, dass, während sich bei einzelnen Arten stets ein durchaus normaler leistungsfähiger Pollen bildet, bei anderen ein Mischpollen sich entwickelt, der neben guten regelrecht ausgebildeten Pollenkörnern auch verkümmerte enthält. *Rubus Idaeus* L.

* Bot. Jahrb. von Engler, V. 1.

und *R. saxatilis* L., dann aber auch eine Reihe von schwarzfrüchtigen Brombeeren, wie *Rubus caesius* L., *R. ulmifolius* Schott, *R. tomentosus* Bork., »Arten, die gegen einander und gegen die andern polymorphen Arten recht gut abgegrenzt sind,« zeigen solchen normalen Pollen. Der Formenkreis, den wir nach Fockes Vorgehen als *Rubus fruticosus* bezeichnen, umfasst eine Reihe von Arten, welche mischkörnigen Blütenstaub haben, ähnlich die unter dem Sammelnamen *R. glandulosus* vereinigten Formen.

Ausser diesen weit verbreiteten Formen gibt es noch eine Anzahl lokaler, aber recht gut ausgeprägter, die sich in der Ausbildung des Pollens jenen Arten mit gleichkörnigem Blütenstaub nähern, Formen, welche zwar mischkörnigen Pollen erzeugen, wo aber die verkümmerten Pollenelemente bedeutend zurücktreten. Dahin zählt z. B. der in Nordwestdeutschland heimische *Rubus gratus*.

Was ist nun gewöhnlich die Ursache einer Verkümmerung des Pollens? Es unterliegt keinem Zweifel, dass ungünstige klimatische Verhältnisse, ebenso mangelhafte Ernährung gelegentlich solche abnorme Pollenentwicklung nach sich ziehen können. Wenn aber bei wohlcharakterisierten und über einen grossen Teil Europas ausgebreiteten Brombeerarten regelmässig mischkörniger Pollen sich entwickelt, dann darf man doch wohl nicht in diesen äusseren Verhältnissen die Ursache suchen, sondern wird sie vielmehr in der hybriden Abstammung, der »häufigsten Ursache einer unvollständigen Ausbildung des Pollens« zu sehen haben. Die Rassen oder Arten aber, an denen diese ungleiche Beschaffenheit des Pollens nachweisbar war, sind fruchtbar und samenbeständig, zeigen also Eigenschaften, die man nach der gewöhnlichen Auffassung bei hybriden Formen nicht vermutet. Fockes Untersuchungen beweisen, dass die Annahme der Sterilität der Bastarde nicht durchaus richtig ist. Die genaue Untersuchung lehrt vielmehr, dass zwischen »den sterilen Hybriden hin und wieder einzelne Exemplare, die zahlreichere Früchte tragen«, gefunden werden. »Der *Rubus caesius* × *tomentosus* z. B. zeigt an günstigen Plätzen, namentlich an warmen, sonnigen Abhängen oft alle Mittelglieder zwischen den gewöhnlichen sterilen und etwas abgeänderten, ziemlich gut fruchtenden Exemplaren.«

Die Nachkommenschaft der Bastarde ist im allgemeinen veränderlich, kann aber zu beständigen Arten führen. Den nicht zu seltenen *R. caesius* × *Idaeus* hat Focke auch künstlich erhalten. Nur selten fruktifiziert er, so dass von etwa 100 000 Karpellen durchschnittlich nur eines zur reifen Frucht sich entwickelt. Durch Aussaat dieser Früchte erhielt er eine Reihe verschiedener Formen, die gewöhnlich nicht besser fruktifizierten als der ursprüngliche Bastard, gelegentlich aber auch besser fruchtende Exemplare erzeugten. Man kennt nun zwei lokale normal fruktifizierende Formen, *Rubus pruinosus* Arrh. und den pommerschen *R. maximus* Mars. Beide sind von bestimmten abgeänderten Abkömmlingen, die Focke von *R. caesius* × *Idaeus* erhielt — abgesehen eben von der normalen Fruchtbildung — gar nicht zu unterscheiden. »Da auch anderweitig beobachtet ist, dass Abkömmlinge von wenig fruchtbaren Hybriden gelegentlich wieder völlig fruchtbar werden können, da ferner *R. maximus* und *R. pruinosus* durch halb fruchtbare

ähnliche Pflanzen, die hie und da in vereinzelten Exemplaren vorkommen, unabgrenzbar in den gewöhnlichen Bastard übergehen, so kann man sich — alle Thatsachen zusammengehalten — schwer der Schlussfolgerung entziehen, dass die genannten beiden fruchtbaren Lokalrassen Abkömmlinge von *R. caesius* × *Idaeus* sind.« Analoge Schlüsse liegen für andere *Rubus* nicht fern. *R. pruinosus* erinnert an *R. fissus*, *R. maximus* an *R. suberectus*. Beides sind konstante Formen von weiter Verbreitung, die sich zu *R. sulcatus* und *R. plicatus* ungefähr verhalten wie *R. pruinosus* und *R. maximus* zu *R. caesius*. So möchte man auch für diese konstanten Formen einen solchen hybridogenen Ursprung annehmen, der allerdings — die grosse Verbreitung weist schon darauf hin — ungleich weiter zurückläge als für die beiden oben genannten Formen. Für einen solchen Ursprung spricht namentlich auch der Umstand, »dass *R. fissus* und *R. suberectus* an Fruchtbarkeit den verwandten Rassen bedeutend nachstehen, wenn sie auch weit fruchtbarer sind als gewöhnliche Bastarde zwischen zwei beträchtlich von einander verschiedenen Arten«.

Für den Übergang von Bastarden oder genauer Bastardnachkommen in Arten sprechen noch andere Beobachtungen Fockes. Er hat zwischen *R. bifrons* und *R. gratus* künstlich einen Bastard erzeugt. »Wenn ich ihn wildwachsend angetroffen hätte, würde ich ihn für eine Abänderung des weit verbreiteten *R. villicaulis* gehalten haben.« Besonders auffällig zeigte sich der Übergang zwischen Bastarden und konstanten Rassen in dem Resultat der Aussaat des wenig fruktifizierenden *R. tomentosus* × *vestitus*, indem Focke aus den Samen eine Pflanze erhielt, »die vollkommen fruchtbar war und nicht mehr sicher von dem wildwachsenden *R. macrophyllus hypoleucus* unterschieden werden konnte.«

So ist es wohl kaum zweifelhaft, dass wir in der Bastardierung ein neues artbildendes Moment haben und dass die Vielgestaltigkeit bei dem einen und andern Typus auf einen hybridogenen Ursprung der unmerklich unter sich verknüpften Rassen und Arten zurückzuführen ist. Allerdings geht nun Focke noch einen Schritt weiter, indem er nicht nur einen *Rubus maximus*, *R. pruinosus*, *R. fissus* etc. als solche hybridogene Rassen oder Arten auffasst, sondern ganz allgemein allen jenen Arten, die mischkörnigen Pollen zeigen, diesen hybridogenen Ursprung zuschreibt. Die ungleiche Ausbildung des Pollens ist das wichtige Merkmal, welches eine konstant gewordene Form von dem Bastard, von welchem sie abstammt, ererbt hat. Für solche Arten mussten dann selbstverständlich die Stammformen, sofern sie in der jetzigen Flora nicht mehr zu finden waren, als im Kampf ums Dasein untergegangen angenommen werden. *R. vestitus* hat z. B. mischkörnigen Pollen. Trotzdem er nicht durch Bastardierung zweier lebender Arten entstanden sein kann, ist Focke doch von dessen hybridogenem Ursprung überzeugt und denkt sich die hypothetischen Eltern als Glieder der Tertiärflora. —

Gegen solche Anschauungen werden sich wesentlich zwei Einwände erheben. Da die Bastardform zweier Arten in ihren Eigenschaften die Mitte zwischen beiden Arten hält, kann die Artbildung durch Bastar-

dierung zwar einer Vermehrung der Formenmannigfaltigkeit dienen, aber nicht zu einem wirklich neuen Typus führen, denn die Gesamtsumme der Eigenschaften der Stammarten übertrifft sie nicht. Wenn ferner eine Art hybridogenen Ursprungs ist, besteht dann irgend welche Wahrscheinlichkeit, dass sie im Kampf ums Dasein sich zu erhalten vermag, während ihre Stammeltern untergehen? Focke selbst macht auf diese Einwürfe aufmerksam und sucht sie zu widerlegen. Den ersteren bezeichnet er, gestützt auf seine eigenen Erfahrungen beim Züchten der Bastarde wie auf die Praxis der Gärtner, als Vorurteil. Wohl hält der durch Kreuzung zweier Arten erzielte Bastard die Mitte zwischen seinen Eltern, aber die Nachkommen dieses Bastarden haben in hohem Grade die Neigung, abzuändern. Die Variabilitätsfähigkeit, welche jeder Art zukommt, ist gewissermassen potenziert auf den Bastard übertragen und z. B. in Blattform und Blütenfarbe zeigen sich an den Bastardnachkommen oft genug neue Eigenschaften. Den zweiten Einwurf hat schon Darwin widerlegt, indem auch er, auf Versuche sich stützend, die im allgemeinen grössere Lebenskraft der Rassenmischlinge hervorhob.

Wir halten dafür, dass dieses neue Prinzip der Artbildung die Darwinschen Anschauungen in ähnlicher Weise ergänze, wie es die Migrationstheorie Wagners thut. Sollte aber Focke, wie es den Anschein gewinnen will, in dem hybridogenen Ursprung der Arten das wesentlichste Moment der Artbildung und damit der Entwickelung des Pflanzenreiches sehen, so dürfte er sich einer ähnlichen verhängnisvollen Einseitigkeit schuldig machen, wie unseres Dafürhaltens der Begründer der Migrationstheorie. R. K.

Geologie.

Die Eiszeit in den deutschen Alpen, nach A. Penck*.

Am 26. Juni 1880 stellte die zweite Sektion der philosophischen Fakultät der Universität zu München die Preisaufgabe: Eine eingehende Besprechung der diluvialen Glazialbildungen und Erscheinungen sowohl im Gebiet der südbayerischen Hochebene als auch in den bayerischen Alpen. Pencks Werk löst diese Aufgabe in vorzüglicher und eingehender Weise. Der Verfasser, welcher bereits Gelegenheit hatte, sich mit dem nordischen Glazialphänomen bekannt zu machen, hat sein Gebiet auf Fusswanderungen durchforscht. Obwohl eine vollständig erschöpfende Untersuchung desselben sich der Kürze der Zeit wegen — der Termin der Preisaufgabe war auf den 26. April 1881 festgesetzt — von selbst verbot, obgleich aus demselben Grunde manche Verhältnisse nicht bis in

* Die Vergletscherung der deutschen Alpen, ihre Ursachen, periodische Wiederkehr und ihr Einfluss auf die Bodengestaltung, gekrönte Preisschrift von Dr. Albrecht Penck. Leipzig 1882. 483 S.

die kleinsten Details verfolgt werden konnten, so vermochte der Verfasser doch ein so ausserordentlich reiches Material zusammenzutragen, dass es ihm gelingt, gestützt auf dasselbe uns in grossen Zügen ein klares, von früheren Anschauungen mannigfach abweichendes Bild der Vergletscherung der bayerischen Alpen im speziellen und der ganzen Alpenkette im allgemeinen zu unterwerfen.

I. Letzte Vergletscherung von Oberbayern und Nordtirol.

Als Glazialformation bezeichnet man einen Komplex von Bildungen, welche samt und sonders als die Ablagerungen von Gletschern betrachtet werden müssen; man versteht darunter zunächst das Material, welches der Gletscher selbst erzeugt, nämlich Grundmoränen mit gekritzten Geschieben und den darunter liegenden geschrammten Felsflächen oder gestauchten losen Schichten, ferner die Reste von Oberflächenmoränen aller Art nebst den erratischen Blöcken, die End- und Seitenmoränen, sowie die von Gletschergewässern abgelagerten fluvioglazialen Gebilde. Dazu muss man ferner auch die orographischen Veränderungen rechnen, welche ein Gletscher in der Konfiguration des Landes erzeugt. —

»Dringt man zwischen dem Erdboden und der Unterfläche eines Gletschers vor . . ., so trifft man ein Lager von Geschieben und feinem mit Wasser imprägniertem Sand. Entfernt man dieses Lager, so erkennt man, dass das unten liegende Gestein durch Reibung geglättet, poliert, abgenutzt und mit geradlinigen Kritzen bedeckt ist, welche mit einer Grabstichel oder feinen Nadel eingraviert sein könnten. . . . Das Lager von Geschieben und Schlamm zwischen Gletscher und Untergrund — die Grundmoräne — ist das Schleifpulver; das Gestein die metallische Fläche, welche poliert werden soll — der Gletscherschliff; die Masse des Gletschers, welche das Schlammlager fortwährend drückt und bewegt, indem sie selbst sich abwärts bewegt, ist die Hand des Polierers*«. Nur die festen, anstehenden Gesteine, wie Penck zeigt, werden poliert, die minder festen werden unter der Grundmoräne gestaucht, aufgearbeitet, in dieselbe einverwebt. Dementsprechend wird die Grundmoräne um so mächtiger sein, je grösser die Masse des Gletschers d. h. die aufarbeitende Kraft und je länger der zurückgelegte Weg ist; sie wird ferner, wenn der Gletscher geschwunden ist, durch ihre Zusammensetzung verraten, welchen Weg derselbe einst genommen, sie wird dem Geologen dadurch der wichtigste Fingerzeig werden, um die Existenz und Ausdehnung ehemaliger Gletscher zu bestimmen. — Da die Grundmoräne durch die Reibung an der Sohle des Gletschers einerseits abwärts geschoben wird — ganz falsch ist die vielfach verbreitete Ansicht, die Grundmoräne bestehe aus im Eis des Gletschers eingefrorenen Geschieben —, anderseits durch die Reibung am festen Untergrund aufgehalten wird, so ist es klar, dass die obern Schichten derselben sich rascher abwärts bewegen werden als die untern, dass das Material derselben sich aneinander reibt: es entstehen die unregelmässig gekritzten und geschrammten, gerundeten Geschiebe, welche in keiner Moräne fehlen.

* Charles Martins, Revue des deux Mondes 1847, T. I. p. 704.

Vor der Eiszeit waren die Gletscher auf ein Minimum reduziert; an ihrem Ende wurden Endmoränen aufgehäuft, wie an den heutigen Gletschern, gebildet zum grössern Teil aus den Oberflächenmoränen, welche sich aus den zahlreichen, von den über der Eisfläche emporragenden Felsen abgestürzten Gesteinsmassen zusammen setzten, zum kleineren Teil aus der Grundmoräne, welche gemäss der geringen Mächtigkeit und geringen Länge des präglazialen Gletschers nur wenig entwickelt sein konnte. Die aus dem Gletscherthor fortwährend hervorströmenden Gewässer bemächtigten sich eines Teiles des vom Gletscher herbeigeschafften Materials und führten dasselbe thalabwärts; es bildeten sich durch Ablagerung dieser Geschiebe horizontal geschichtete Schotter, wie man sie noch heute an Gletscherbächen beobachten kann. So oft der Gletscher oszillierte, so oft wurde der Angriffspunkt der Gewässer verlegt: wo der Gletscher vor kurzem noch seine Endmoräne aufschüttete, da nagen jetzt die Gewässer, tragen Teile ab, andere lassen sie stehen und bald vielleicht, wenn der Gletscher wieder vorgerückt ist, schüttet er auf die von den Gletscherwassern abgelagerten Schotter wieder Moränen auf. Auf diesen Konnex zwischen ungeschichteten Moränenbildungen und geschichteten Schottern in seiner ganzen Bedeutung für die Glazialfrage hingewiesen zu haben, ist das grosse Verdienst Charles Martins'.

Die Glazialzeit trat ein, als die Zufuhr von Gletschereis den durch das Tauen am Gletscherende veranlassten Abfluss überwog. Der Gletscher begann daher in tiefere Regionen herabzusteigen, er begann zu »stossen«. Seine Endmoräne geriet unter ihn und wurde der Grundmoräne einverleibt; dasselbe geschah mit den früher abgelagerten Schottermassen, soweit nicht eine allzumächtige Entwickelung derselben es unmöglich machte. Alles lose Material, welches der Gletscher auf seinem Wege vorfand, gelangte unter und zum Teil allmählich in die Grundmoräne und wurde dann in derselben abwärts bewegt, um am Rande des Gletschers von den Gewässern erfasst und weiter unten als Schotter abgelagert zu werden. Mit solchen Schottern wurde beim Herannahen der Vergletscherung das Innthal erfüllt und noch jetzt sieht man in seinen Terrassen Überreste derselben. Auch diese oft ausserordentlich mächtigen Schotter wurden vom Gletscher erreicht, überschritten und unter günstigen Verhältnissen teilweise der Grundmoräne einverleibt und fortgeschafft, so vorzüglich an allen Punkten, wo die Gletscher auf die bayerische Hochebene heraustraten und wo die Schotter gänzlich fehlen, während sie sich sonst im Innthal selbst sowie in der Ebene weithin verfolgen lassen. Die Region der Schotter verlegte sich, solange der Gletscher vorrückte, immer tiefer und tiefer, bis sie die Hochebene erreichte. Noch jetzt findet man die kleinen Thäler der Hochebene nördlich von dem frühern Gletscherende erfüllt mit solchen Schottern, die sich vielfach unter die Endmoränen fortsetzen. Geschiebe aus dem Material der Grundmoränen, vor allem aber der Umstand, dass sie in nächster Nähe der Moränen gekritzte Geschiebe führen, verraten hier ihren Ursprung. Mit Unrecht wurden diese Schotter daher bis jetzt präglazial genannt; Penck, der ihren glazialen Ursprung zuerst nachweist, schlägt für dieselben den Namen »untere Glazialschotter« vor, da dieselben im Gebiete der Vergletscherung nie das Hangende, sondern immer

nur das Liegende der Moränen bilden und im Gegensatz zu Pencks »oberen Glazialschottern« stehen, welche, beim Rückzug des Gletschers gebildet, die Moränen überlagern. —

Sobald der Gletscher den unteren Glazialschottern folgend die Hochebene erreicht hatte, breitete er sich fächerförmig aus; dieses gilt von sämtlichen Gletschern, welche aus dem Gebirge auf die Ebene heraustreten. Die Eiszeit hatte jetzt ihren Höhepunkt erreicht.

Da die deutschen Alpen von zahlreichen Längs- und Querthälern durchzogen werden, welche vor allem die Ketten der nördlichen Kalkalpen in einzelne Berggruppen auflösen, so ergossen sich die Eismassen, die ihr Haupteinzugsgebiet in den Zentralalpen hatten und verhältnismässig wenig von kleinen Gletschern der Kalkalpen genährt wurden, aus ihrem Sammelthal, dem Innthal, über viele Pässe in andere Thäler. Das Innthal selbst erfüllten sie an dem damals, wie Penck wahrscheinlich macht, noch nicht in seiner gegenwärtigen Gestalt existierenden Fernpass und am Seefelder Pass bis 1200 m und bei Kufstein noch 900 m Höhe über der jetzigen Thalsohle; denn bis zu dieser Höhe finden sich am linken Gehänge des Innthals Urgebirgsgeschiebe. Das erratische Auftreten solcher Geschiebe weist überall in den Kalkalpen und auf der Hochebene, wo es sich unmöglich durch fliessendes Wasser erklären lässt, auf Gletscherthätigkeit zurück. Da nun aber fliessendes Wasser unmöglich Urgebirgsgeschiebe am Nordgehänge des Innthals in 1200 oder 900 m Höhe über der Thalsohle abgelagert haben kann, so muss der Gletscher sie von dem rechten Thalgehänge, wo allein anstehende Urgebirgsgesteine sich finden, hinübergeschafft, also bis zu jener Höhe gereicht haben. Die Wasserscheiden der Thäler waren daher auf den Lauf der Gletscher von geringerem Einfluss als gegenwärtig auf den Lauf der Flüsse: die Entwässerung des Gebietes durch die Thäler geschah damals auf direktem Wege. Das Thal von Hessereit, der Seefelder Pass, der Achenseepass, das Felepthal dienten dem Gletscher als Eintrittsthore aus dem Innthal in die nördlichen Kalkalpen. Es gelang Penck, dieses überall durch Auffinden von Urgebirgsgeschieben zu beweisen. Ein zusammenhängendes Netz von Eisströmen, ein Inlandeis, wie man es gegenwärtig nur in Grönland kennt, erfüllte die Thäler der Kalkalpen und der Lech-, Loisach- und Isargletscher können als Dependenzen des Inngletschers betrachtet werden. Einzig und allein die höchsten Spitzen der Kalkalpen ragten als Inseln über dieses Meer von Eis empor und konnten Material für die Oberflächenmoräne liefern, welche daher fehlen oder doch verschwindend klein sein musste. Die bei weitem grössten Teile der Gehänge waren unter Eis vergraben und wurden durch dessen Bewegung abgenutzt, gerundet. So entstanden die Rundhöcker, die Roches moutonnées der Franzosen. Auf der Hochebene fehlen Berge und Thäler, welche im Gebirge den Gletscherstrom eindämmten. Sobald daher die Gletscher am Fuss des Gebirges anlangten, verschmolzen sie zu einer einzigen zusammenhängenden Masse; doch bewahrten die einzelnen Gletscherströme dabei ihre Individualität, indem jeder sich fächerförmig vor sein Thal legte und nur mit den Seiten seine Nachbarn berührte.

Bald nachdem die Eismassen die oberbayerische Hochebene erreicht hatten, trat Stillstand ein — die Vergletscherung hatte ihren Höhepunkt erreicht. Die Gletscher konnten jetzt mit dem Material ihrer Grundmoräne gewaltige, im Mittel bis zu 20—30 m, dazwischen bis 50 m Höhe ansteigende End- und Seitenmoränen aufschütten, welche sich genau der Konfiguration des Eises anschmiegen mussten. In grossen Bogen umziehen daher die Moränenwälle die Mündungen der Gletscher in die Ebene. Sie sind es, welche die Grenze der ehemaligen Eisbedeckung bestimmen lassen, mögen sie noch jetzt deutlich in der »Moränenlandschaft« uns entgegentreten, wie an der Isar und am Inn bei Wasserburg, oder mögen sie bereits der zerstörenden Kraft des rinnenden Wassers bis auf wenige Ueberreste anheim gefallen sein.

Solcher Endmoränenwälle gibt es mehrere, die sich alle konzentrisch um die Mündung der Thäler gruppieren, aus denen Gletscher auf die Hochebene heraustraten. Es ist klar, dass eine Endmoräne sich nur bilden kann, wenn der Gletscher still steht, und dass die Endmoräne um so grösser wird, je länger der Gletscher still steht und an ihrer Aufschüttung arbeitet. Moränenwälle, die sich etwa in Zeiten des Stillstandes bildeten, welche das Vorrücken des Gletschers unterbrachen, können nicht erhalten geblieben sein, da sie bei erneuertem Vorschreiten sofort wieder unter den Gletscher gerieten und Teile der Grundmoräne wurden. Die zahlreichen konzentrischen Moränenzüge der Moränenlandschaft sind also Rückzugsmoränen; sie selbst stellen ebenso viele Perioden des Stillstands des Gletschers während seines Rückzuges, die Zwischenräume zwischen denselben Perioden einer sehr intensiven Rückwärtsbewegung dar. —

Der äusserste Moränenwall gibt uns die Linie an, bis zu welcher bei ihrer grössten Entwickelung die Gletscher reichten. Dieselbe verläuft nach Penck ungefähr von Traunstein über Gars und Egmating, einen Bogen um die Mündung des Inns in die Hochebene beschreibend, bis südöstlich von Miesbach, biegt hier nach West um, trifft den Tegernsee in der Mitte, um sich von hier in einem Bogen der Isar zuzuwenden, welche sie unterhalb Schäftlarn überschreitet. Eine ähnliche Ausbuchtung nach Norden lehrt uns das Gebiet kennen, welches der Lech- und der Ammergletscher einst bedeckten; weiter westlich macht sich der Wertachgletscher durch eine kleine Ausstülpung bei Kaufbeuren geltend und ebenso der Illergletscher, der seinerseits bis Grönenbach vordrang. In einer dem Lauf der Iller parallelen Linie zog sich dann die Grenze der Eismassen nach Staufen, um hier in die Grenze des Rheingletschers überzugehen.

Während die Eismassen Material zum Aufbau der Endmoränen unter sich herbeischafften, ruhte auch nicht die Arbeit der den Gletschern entströmenden Gewässer. Alle herbeigeführten Gesteinsmassen konnten sie zwar nicht bewältigen, doch reichte ihre Kraft aus, die bereits bestehenden Thäler bayerisch Schwabens mit Schottern zu füllen, die ganze auch in jener Zeit ungegliederte Ebene, auf welcher München steht, über und über mit Schottern zu bedecken, welche nach Art eines Schuttkegels nach Norden zu sich verflachen. Die Wasserwirkung erreichte

ein Maximum, als die Gletscher sich zurückzuziehen begannen. Die End- und Grundmoränen, welche beim Weichen der Eisbedeckung zurückblieben, wurden stark erodiert: an geschützten, dem Wasser schwer zugänglichen Punkten blieben sie erhalten; vielfach wurden sie abgetragen, um an andern Stellen als Schotter, die oberen Glazialschotter Pencks, wieder abgelagert zu werden, welche sich an vielen Stellen als Hangendes der zurückgebliebenen Moränen sowohl in der Ebene wie im Gebirge finden. Doch konnten diese Schotter nur eine weit weniger mächtige Schicht über den Moränen bilden als die untern Glazialschotter. Denn die Wassermasse, welche sie ablagerte, war viel grösser als die Gewässer, denen die untern Glazialschotter ihre Aufschüttung verdanken, wie eine einfache Überlegung lehrt, und daher vermochten sie die Geschiebe weiter fortzuschaffen und auf einer grössern Fläche zu verbreiten, so dass nur verhältnismässig wenig Material auf dem vom Eis verlassenen Gebiete selbst zurückblieb. Die Gletscher gingen zurück und erhielten ihre heutige Gestalt; die erodierenden Kräfte des Wassers bemächtigten sich wieder des Gebietes, aus dem das Eis sie verdrängt hatte, und nur geringe Spuren verraten noch die einstige Ausdehnung und Wirkung der Gletscher. —

Wenn man die Gesamtheit dieser Spuren überblickt, so fällt ein grosser Gegensatz zwischen dem Glazialphänomen im Gebirge und in der Hochebene auf. Im Gebirge, dessen Thäler präglazial sind, treten die Wirkungen des Eises gegen die grossartige Umgebung zurück. Ganz anders auf der Hochebene: hier sind es die Gletscher, welche der Landschaft das Gepräge geben, sei es dass sie eine Moränenlandschaft aufschütten, sei es dass sie mit ihren Schottern die Thäler füllen und ebnen. Im Gebirge beherrscht die Bodenkonfiguration das Eis, in der Ebene das Eis die Bodenkonfiguration. —

Vergleicht man das gewonnene Bild der Vergletscherung der deutschen Alpen mit der Ausdehnung der Vergletscherung in der Schweiz sowie in Norditalien, so ergeben sich wesentliche Unterschiede. Der Gletscher des Rhône- und Isèrethales breitete sich ungleich weiter auf dem alpinen Vorland aus als der weiter östlich gelegene Rheingletscher, und der Inngletscher bedeckte auf der bayerischen Hochebene ein geringeres Areal als der Rheingletscher am Fusse der Alpen, obwohl er das grösste Einzugsgebiet besass und gerade die höchsten Partien des nordalpinen Vorlandes einnahm, während der Rhônegletscher die tiefsten Partien desselben bedeckte. Mit andern Worten, die Entfaltung der Gletscher am Nordfuss der Alpen nimmt von West nach Ost ab, obwohl in dieser Richtung die Einzugsgebiete der einzelnen Eisströme an Grösse, sowie die Bezirke, über welche sie sich verbreiteten, an Erhebung über dem Meeresspiegel zunehmen. — Während sich am Nordabhang der Alpen ein ununterbrochenes Meer von Eis ausdehnte, schoben sich die Gletscher des Südabfalles zwar ein Stück in die Poebene hinein, berührten aber einander nicht. Die Hypothese von einem Meer in der Poebene, wie sie Desor und Stoppani aufstellten, erklärt diesen Unterschied nicht. Penck macht darauf aufmerksam, dass wir ganz ähnliche Verschiedenheiten an den jetzigen Gletschern erblicken: sie nehmen von

West nach Ost an Grösse ab und sind an der Nordseite der Alpen bedeutender entwickelt als an der Südseite. Es hängen nun die gegenwärtigen Verhältnisse teils von der Verschiedenheit der Temperatur im Norden und Süden der Alpenkette, teils von der Abnahme der Niederschlagsmengen von West nach Ost ab, welche in den grossen Höhen fast ausschliesslich als Schnee niederfallen. Man wird kaum fehlgehen, wenn man in den gleichen Ursachen den Grund für die verschiedene Entwickelung der eiszeitlichen Gletscher in den Alpen sucht. Die Entwickelung der diluvialen Gletscher erscheint also als eine Potenzierung der heutigen und der Unterschied zwischen der Vergletscherung der Schweiz, Oberbayerns und der Poebene ist ein rein quantitativer. Wenn man das nordische Glazialphänomen im Gebirge einerseits, in der Ebene anderseits mit dem alpinen Glazialphänomen im Gebirge bezüglich in der Ebene vergleicht, so zeigt sich, dass der Unterschied gleichfalls nur ein quantitativer ist. (Schluss folgt.)

Chemie.

Über blau gefärbtes Steinsalz.

In vielen Steinsalzlagern, besonders aber im Liegenden von Neu-Stassfurt und daselbst meist in der Nähe von solchen Punkten, wo die Verwerfungen des Anhydrits Veranlassung zur Bildung von Spalten und Hohlräumen gaben, tritt bisweilen in klaren durchsichtigen Krystallmassen matt- bis dunkelblau, selten violett gefärbtes Steinsalz auf, dessen Bildung einer später erfolgten Ausfüllung der Spalten und Hohlräume zuzuschreiben sein dürfte.

Bei näherer Betrachtung der Spaltstücke desselben lassen sich parallel den Oktaeder- oder Würfelflächen öfters dunklere blaue Linien oder Streifen erkennen, die ganz besonders dadurch interessant sind, dass sie im durchfallenden Lichte betrachtet bei einer gewissen Stellung des Spaltungsstückes verschwinden, bei der Drehung desselben zunächst als Linien auftreten, intensiver werden, darauf abnehmen, bis sie schliesslich wieder verschwinden u. s. w.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist das blau gefärbte Steinsalz fast absolut reines Chlornatrium, und gerade weil nie auch nur die geringste Spur einer direkt färbenden Materie darin nachgewiesen werden konnte, hat es von jeher die Aufmerksamkeit der Mineralogen und Chemiker in hohem Grade in Anspruch genommen.

S. W. Johnson[1] war der Ansicht, dass die Färbung von Natriumsubchlorid herrühre, welches, für sich nicht isolierbar und in geringen Quantitäten dem Chlornatrium beigemengt, das Analysenresultat kaum merklich beeinflussen könne. Wenn nun auch die bereits von F. Bischof[2]

[1] Gmelin-Krauts Handbuch. Bd. II, 204.
[2] F. Bischof, Die Steinsalzlager bei Stassfurt. S. 29.

und anderen gemachten Beobachtungen, dass sich die blaue Färbung nicht auch der Lösung mitteilt, dass die Lösung beim Eindampfen farbloses Salz hinterlässt und derselben beim Ausschütteln mit Äther, Schwefelkohlenstoff u. s. w. keine Spur eines Farbstoffes entzogen werden kann, nicht direkt dagegen sprechen, so ist diese Ansicht gleichwohl unhaltbar geworden, nachdem O. Wittjen und H. Precht durch wiederholte Versuche festgestellt haben, dass beim Überleiten eines Chlorstromes über gepulvertes Salz sowohl bei gewöhnlicher Temperatur als auch bei 100° C. die blaue Farbe desselben nicht im geringsten verändert wird. Auch reagiert die wässerige Lösung des blauen Salzes durchaus nicht alkalisch, wie es doch bei Gegenwart eines Subchlorides erwartet werden dürfte.

Ochsenius[1] schrieb die Blaufärbung der Anwesenheit geringer Mengen freien Schwefels zu: doch ist abgesehen von anderen berechtigten Einwänden auch diese Annahme bereits durch die oben erwähnten Beobachtungen von Wittjen und Precht genügend widerlegt.

F. Bischof[2] sprach zuerst die Ansicht aus, dass die Blaufärbung durch einen Gehalt des Salzes an Gasen und speziell an Kohlenwasserstoffen bedingt sei, und zwar auf Grund der Beobachtungen, dass das blaue Salz zu staubfeinem Pulver zerrieben schneeweiss erscheint[3] und dass die Blaufärbung auch beim Erhitzen verschwindet, ohne dass sich sonst in der äusseren Beschaffenheit des Salzes die geringste Veränderung bemerkbar macht. Die Temperatur, bei welcher diese Farbenveränderung eintritt, liegt nach Wittjen und Precht, welche das Verhalten des blauen Steinsalzes beim Erhitzen gleichfalls genauer studierten, unter 280° C.; scharf lässt sie sich nicht ermitteln, da der Übergang zum farblosen allmählich erfolgt. Bei 120° C. bleibt die Färbung erhalten.

Die Gewichtsabnahme beim Erhitzen intensiv blau gefärbter, zuvor sorgfältig getrockneter Spaltungsstücke bis zum Farbloswerden betrug 0,02 %. Um die Menge der etwa eingeschlossenen Kohlenwasserstoffe zu bestimmen, unterwarfen letztgenannte Forscher die beim Erwärmen entweichenden Gase, nachdem dieselben zuvor getrocknet und von ursprünglich vorhandenem Kohlendioxyd befreit worden waren, der Elementaranalyse. Sie erhielten dabei aus 90 gr intensiv blau gefärbter Spaltungsstücke 6 mgr Wasser und 5,5 mgr Kohlendioxyd, und es würden diese Zahlen 2 mgr Sumpfgas (Methan) und 0,17 mgr Wasserstoff entsprechen, Mengen, die so gering sind, dass es allerdings zum mindesten gewagt erscheinen muss, die blaue Färbung, wie es Bischof annimmt, ausschliesslich auf einen Gehalt an Kohlenwasserstoffen zurückzuführen.

Wittjen und Precht neigen deswegen auch der Ansicht zu, dass die Blaufärbung im wesentlichen durch rein optische Verhältnisse bedingt sei.

[1] Ochsenius, Die Bildung der Salzlager und ihrer Mutterlaugensalze. S. 117.
[2] l. c. S. 29.
[3] Beim Zerreiben von Kupfersulfatkrystallen zu feinem Pulver bleibt die Farbe, wenn auch erheblich geschwächt, erhalten; namentlich tritt sie beim Befeuchten des Pulvers mit Wasser wieder lebhaft auf, während das blaue fein zerriebene Steinsalz, in gleicher Weise behandelt, auch nicht den geringsten bläulichen Farbenton erkennen lässt.

Sie fanden ferner im Mittel mehrerer Bestimmungen das spezifische Gewicht des blauen Salzes zu 2,141 und das des farblosen zu 2,143 und halten es nun für wahrscheinlich, dass diese allerdings geringe Differenz auf vorhandene mit Luft oder anderen Gasen angefüllte Hohlräume im blauen Steinsalze zurückzuführen sei, welche zugleich die optischen Verhältnisse derartig modifizieren, dass nur die blauen Lichtstrahlen reflektiert werden.

(Nach B. Wittjen und H. Precht: Zur Kenntnis des blau gefärbten Steinsalzes, in: Ber. d. deutschen chem. Gesellsch. z. Berlin 16, 1454.) Dr. A. Goldberg.

Briefliche Mitteilungen.

Dichogamie zwittriger Tiere.

In seinem Aufsatz: »Darmlose Strudelwürmer« im »Kosmos 1884 Band I, Heft 1« sagt Herr Dr. Spengel: »Bei Acölen tritt die Reife der männlichen und weiblichen Organe nicht gleichzeitig ein, sondern nacheinander. Claparède bedient sich für diese Erscheinung des Ausdrucks »successiver Hermaphroditismus«, einer wie mir scheint nicht besonders treffenden Bezeichnung, da es sich hier eher um einen »successiven Gonochorismus«, um eine temporäre Geschlechtertrennung zwittrig angelegter Tiere handelt.«

Bekanntlich gibt es sehr zahlreiche zwittrige Blüten, welche dadurch sich auszeichnen, dass Staubgefässe und Narben nicht zu gleicher Zeit reifen, sondern nacheinander. Dieses ungleichzeitige Reifen der Geschlechtsteile bezeichnet man in der Botanik als Dichogamie; wenn die Antheren vor den Stigmen reif sind, so spricht man von Proterandrie, wenn das Umgekehrte der Fall ist, so hat man es mit Proterogynie zu thun. Wäre es nun nicht viel einfacher, diese Bezeichnungen auch für das Tierreich anzuwenden? Die Erscheinungen sind in beiden Fällen dieselben, und auch der physiologische »Zweck« ist der gleiche: durch ungleichzeitiges Reifen der Geschlechtsteile zwittriger Blumen oder Tiere soll augenscheinlich eine Selbstbefruchtung verhindert, dagegen Fremdbefruchtung begünstigt werden.

Wenn wir den Darwinschen Satz von den günstigen Wirkungen der Fremdbefruchtung auf das Tierreich übertragen, was meiner Meinung nach wohl gestattet ist, und wenn wir sehen, wie oft im Pflanzenreich bei Zwitterblumen Fremdbefruchtung durch Dichogamie herbeigeführt wird, so darf man wohl vielleicht erwarten, auch bei den zwittrigen Tieren öfter Dichogamie anzutreffen, als man dies jetzt annimmt. Untersuchungen nach dieser Richtung hin wären nicht ohne Interesse. Jedenfalls aber meine ich, würde es sich empfehlen, die oben angegebenen botanischen Ausdrücke auch für die entsprechenden Verhältnisse im Tierreich zu ge-

brauchen, anstatt der von Claparède oder Spengel vorgeschlagenen. Warum für dieselbe Erscheinung zwei verschiedene Namen, durch die doch sicherlich nicht die Einheitlichkeit der Naturauffassung gefördert wird?

Unna. 15. II. 1884. Dr. W. Breitenbach.

Litteratur und Kritik.

Die Encyklopädie der Naturwissenschaften im Jahr 1883 (Verlag von Eduard Trewendt, Breslau).

Dieses grossartige Unternehmen ist, seitdem in diesen Blättern zum letztenmal darauf hingewiesen wurde, rüstig vorwärtsgeschritten. Beginnen wir unsere Übersicht mit dem Handbuch der Botanik (Herausgeber Prof. Dr. Schenk), von welchem der III. Band beinahe vollständig vorliegt. Derselbe enthält: »Die Spaltpilze« von Dr. W. Zopf und »Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane« von Prof. Dr. K. Göbel (letztere mit der 35. Lfg. der I. Abteilung noch nicht abgeschlossen). — Auf die grosse Wichtigkeit der Zopfschen Arbeit besonders aufmerksam zu machen, dürfte beinahe überflüssig erscheinen. Sie bringt auf 97 Seiten zunächst eine kurze treffliche Einleitung, welche über das Verhältnis der Spaltpilze insbesondere zu den Spaltalgen, über ihre Lebensweise, ihr Vorkommen und ihre pathologische Bedeutung orientiert. Verf. spricht sich schon hier entschieden für die Nägelische Ansicht aus, dass »alle parasitisch im tierischen und pflanzlichen Körper auftretenden Spaltpilze aus gewöhnlichen unschädlichen, saprophytischen Spaltpilzen entstehen«, was ja bekanntlich für einen Schizomyceten durch Buchner bereits festgestellt ist: der Milzbrandpilz stammt von dem in Heuaufguss u. s. w. lebenden Heupilz ab. Darauf wird die Morphologie dieser merkwürdigen Formen besprochen, deren Formzustände so auffallend verschieden sein können und daher auch bis vor kurzem als selbständige Gattungen und Arten aufgeführt wurden. Die Teilung und Fragmentbildung, Bestandteile der Spaltpilzzelle, Bewegungsorgane, dann die Sporen- und Zoogloeenbildung sind in diesem Abschnitt knapp und übersichtlich erörtert. Im Kapitel über Physiologie würde man eigentlich erwarten, nicht bloss über die Ernährung der Spaltpilze, ihr Verhalten gegen Wärme, Licht, Elektrizität, Gase, chemische Stoffe, sondern in dem §. »Wirkungen auf das Substrat« auch über ihre, für den Menschen so unmittelbar wichtigen krankheitserregenden Einflüsse belehrt zu werden; es ist aber allerdings selbstversändlich, dass die Berücksichtigung dieser weitschichtigen Fragen den Verf. bedeutend über den ihm gesteckten Rahmen hinausgeführt haben würde. In sehr zeitgemässer Ausführlichkeit werden dann die Methoden der Untersuchung behandelt; den grössten Raum nimmt aber natürlich die Entwickelungsgeschichte und Systematik ein.

Die genauer bekannten Formen werden in die vier Gruppen der Coccaceen, Bacteriaceen, Leptothricheen und Cladothricheen verteilt, und daran reiht sich die leider noch recht erhebliche Zahl der unvollständig erforschten Formen, zu denen gerade einige der wichtigsten Krankheitserreger, wie der Pilz des Rückfallstyphus, der Diphtheritis, der Pocken, der Hühnercholera, des Erysipels, des Aussatzes u. s. w. gehören. Die ganze, seither auch separat erschienene verdienstvolle Arbeit ist vorzüglich geeignet, eine gründliche und auf die neuesten Forschungen gestützte Kenntnis der Spaltpilze zu vermitteln.

Als höchst stattliche, durchaus selbständige Leistung präsentiert sich Goebels vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane. Der Verf. stellt sich entschieden auf den Boden der Deszendenztheorie und beseitigt unbarmherzig auch die letzten Auswüchse jener früheren »vergleichenden« Richtung, welche, hauptsächlich von Goethe in die Botanik eingeführt und noch von Al. Braun mit Energie vertreten, darauf ausging, alle Einzelbildungen auf ein »Urbild« zurückzuführen, das doch nur eine pure Abstraktion und im Grunde nichts anderes war als eine »Idee« im echt platonischen Sinne, eine besondere Wesenheit mit ihr eigentümlichen Strebungen und Lebensäusserungen. Wir möchten in dieser Hinsicht namentlich auf die musterhaft klare Darstellung der Metamorphosenlehre in ihren verschiedenen Fassungen aufmerksam machen, wobei die gesunde realistische Anschauungsweise des Verf. am deutlichsten zum Ausdruck kommt. Den speziellen Teil, dessen 1. Abteilung: Entwickelungsgeschichte der Vegetationsorgane (und zwar des Laubsprosses, des Sexualsprosses, der Anhangsgebilde und der Wurzel, nebst Anhang über die Parasiten) beinahe vollständig vorliegt, während die 2. Abteilung (Fortpflanzungsorgane) noch aussteht, können wir hier nicht eingehend analysieren; es genüge zu bemerken, dass er eine würdige Fortsetzung des Handbuchs der Botanik bildet und durch seine anziehende lebendige Darstellung selbst den dieser Wissenschaft Fernerstehenden zu fesseln vermag.

Einen etwas langsameren Fortschritt hat das »Handwörterbuch der Zoologie, Anthropologie und Ethnologie« zu verzeichnen, wie es bei der umfassenden Aufgabe dieses Werkes und der Schwierigkeit, die zahlreichen Mitarbeiter zu gleichzeitigem und harmonischem Zusammenwirken zu bringen, kaum anders sein kann. Dasselbe ist bis zum Beginn des Buchstabens *G* vorgerückt. Von *F* an ist die Redaktion in die Hände von Dr. A. Reichenow übergegangen, zugleich und zum Teil schon früher sind mehrere andere Mitarbeiter neu hinzugetreten, so dass zu hoffen ist, das nicht allzu glücklich angelegte Werk werde wenigstens durch immer grössere Vollständigkeit und Einheitlichkeit der Behandlung an innerem Werte gewinnen und zu einem so brauchbaren Repertorium werden, wie es gerade für die genannten Wissenschaften so sehr zu wünschen wäre.

Von der II. Abteilung der »Encyklopädie«, die überhaupt erst im Februar 1882 zu erscheinen begann, liegen gegenwärtig vor:

1) Das »Handwörterbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreichs« vollständig. Dasselbe (994 S. in 7 Lfgen.) ist von Prof. G. Wittstein allein bearbeitet (nur der eine grosse Artikel »Chinarinden«

stammt von Prof. Garcke) und steht daher natürlich, was Konsequenz der Durchführung betrifft, allen anderen Teilen des Werkes voran. Die einzelnen Artikel bringen, nach den gebräuchlichsten deutschen bez. Handelsnamen alphabetisch geordnet, ausser der offizinellen lateinischen Benennung, dem systematischen Namen der Mutterpflanze und deren Stellung im Pflanzensystem je eine kurze Charakteristik der Mutterpflanze mit Angabe ihres Vorkommens, eine gründliche Beschreibung der davon im Gebrauch stehenden Teile, deren wesentliche chemische Bestandteile, die Merkmale der Echtheit resp. der Verwechselungen und Verfälschungen, die medizinische oder sonstige Anwendung und endlich Bemerkungen über die Zeit und Art der Einführung des Stoffes, geschichtliche und etymologische Notizen. Dadurch hat das Buch nicht bloss für den Pharmazeuten, sondern auch für den Arzt, den Botaniker, ja selbst für den Philologen und Historiker grosses Interesse gewonnen, und dass es in jeder Hinsicht gründlich und zuverlässig ist, dafür bürgt hinlänglich der Name seines Verfassers. Im Anhang finden sich einmal sämtliche zur Sprache gekommenen Pflanzengattungen, nach Karstens natürlichem System geordnet, dann die genannten Droguen nach den betreffenden Pflanzenteilen u. dergl. gruppiert, z. B. Balsame, Blätter, Blüten u. s. w., und endlich drei Register über deutsche und lateinische Droguennamen und die Namen der Mutterpflanzen.

2) Vom »Handwörterbuch der Mineralogie, Geologie und Paläontologie« erschienen 5 Lieferungen. Hier wie bei der Chemie ist aber, trotzdem das Ganze als Nachschlagewerk bequem zu verwenden ist, doch nicht eine streng lexikalische Anordnung des Stoffes befolgt worden, die nur zur Folge haben kann, dass Zusammengehöriges auseinander gerissen, wirkliche Belehrung fast unmöglich gemacht und Wiederholungen veranlasst werden, sondern eine verhältnismässig geringe Anzahl meist längerer Artikel oder Abhandlungen, welche je ein ziemlich abgeschlossenes Ganzes bilden, führt uns das reiche Material in übersichtlicher und anziehender Gliederung vor. Dadurch ist es denn auch möglich geworden, von vornherein die Aufgabe jedes Mitarbeiters und den Bereich der einzelnen Artikel genau abzugrenzen. Im »Handwörterbuch der Mineralogie etc.« ist dies sogar in der Weise geschehen, dass die von jedem der drei Autoren A. Kenngott, v. Lasaulx und F. Rolle bearbeiteten Artikel zugleich, wenn in eine entsprechende Reihenfolge gebracht (worüber eine besondere Abhandlung Aufschluss gibt), sich zu einer zusammenhängenden und systematischen Darstellung der betreffenden Wissenschaft zusammenfügen. Besonders wertvoll scheinen uns die geologischen Beiträge zu sein, welche bei durchaus gemeinverständlicher Darstellung doch den neuesten wissenschaftlichen Standpunkt wahren und auch solide Kritik nicht vermissen lassen; wir nennen bloss die schönen Artikel Atmosphäre, Chemische Prozesse in der Geologie, Deltabildungen, Erdball, Erdbeben, Gebirge, Gletscher. Weniger dürfte die paläontologische Abteilung diesen Anforderungen entsprechen, wobei allerdings auch der fast gänzliche Mangel von Abbildungen bedeutend ins Gewicht fällt. Dieser Mangel ist hier sowie im zoologischen Teil des Unternehmens um so auffallender, als beide doch ausdrücklich »jedem allgemein gebildeten

Leser zur Belehrung dienen sollen«. Es wäre im Interesse der Sache sehr zu wünschen, dass der bildlichen Darstellung, die ja oft so unendlich viel mehr wahren Nutzen schafft als lange Beschreibungen, in Zukunft grössere Aufmerksamkeit zugewendet würde.

3) Das »Handwörterbuch der Chemie«, dessen Plan wir bereits besprachen, ist bis zur sechsten Lieferung vorgeschritten. Der Herausgeber Prof. Ladenburg und seine zahlreichen Mitarbeiter haben sich, wie es der Stoff verlangte, wenn eine irgendwie eingehende Darstellung desselben gegeben werden sollte, viel ausschliesslicher an »Chemiker und andere mit der Chemie einigermassen vertraute Naturforscher« gewendet und ihre Abhandlungen daher in ein etwas strenger wissenschaftliches Gewand gekleidet. Die Ordnung des wie bekannt in unendliches Detail zersplitterten Stoffes folgt einem wohl überdachten Schema, das man freilich im Kopf haben muss, um das Werk (das mindestens auf 20 Bände von je 700 S. anschwellen wird, denn der 1. Bd. reicht bloss bis »Anthracen«!) mit Leichtigkeit benutzen zu können; doch tragen dazu auch wesentlich die vollständigen alphabetischen Register aller in den einzelnen Bänden überhaupt erwähnten chemischen Körper bei, die jedem Bande beigegeben sind und am Schluss wohl noch durch ein Generalregister ergänzt werden dürften. Sicherlich wird das Ganze, namentlich wenn es im bisherigen raschen Tempo fortschreitet, bald eine in ihrer Art einzig dastehende Fundgrube für alles auf Chemie bezügliche bilden und die immense Entwickelung dieser jugendlichen Wissenschaft in die Breite wie in die Tiefe getreulich zum Ausdruck bringen.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, hat die gesamte Encyklopädie auch im verflossenen Jahre höchst erfreuliche Fortschritte und Erfolge zu verzeichnen gehabt, welche zu der Hoffnung berechtigen, dass auch die noch ausstehenden Teile (Astronomie und Physik) bald in Angriff genommen und samt den übrigen rasch zum Abschluss gebracht werden können. Die zum grössten Teil so trefflich gelungene Ausführung des ursprünglichen Planes lässt zugleich den lebhaften Wunsch entstehen, derselbe möchte noch auf andere Disziplinen ausgedehnt werden und es möchten namentlich spezielle Physiologie, Psychologie und Sociologie eine ähnliche Bearbeitung erfahren. V.

Ausgegeben den 29. Februar 1884.

Aufruf.

Am 25. August 1883 starb nach kaum dreitägiger Krankheit, im Begriffe von einer in die Alpen unternommenen Forschungsreise in seine Heimat zurückzukehren, zu Prad in Tirol der Oberlehrer Professor Dr. **Hermann Müller** im Alter von beinahe 54 Jahren, von denen er 28 Jahre ununterbrochen am jetzigen Realgymnasium in Lippstadt als Lehrer der Naturwissenschaften in ganz hervorragend erfolgreicher Weise gewirkt und sich nicht allein die Liebe und Hochachtung seiner vielen Schüler und seiner Spezialkollegen und Mitbürger in hohem Masse erworben, sondern auch als einer der scharfsinnigsten und dabei gewissenhaftesten Naturforscher der Jetztzeit durch seine vielfachen Beobachtungen und schriftstellerischen Arbeiten auf dem naturwissenschaftlichen Gebiete unter seinen Fachgenossen auf der ganzen Erde hohes und wohlverdientes Ansehen sich errungen hat. — Welche vortreffliche Eigenschaften den Verstorbenen als Familienvater zierten, wissen vor allen seine tiefbetrübten Hinterbliebenen zu würdigen, deren Wohl er stets in der aufopferndsten Weise und unter eigenen Entbehrungen zu fördern beflissen war und die durch sein allzufrühes Hinscheiden ihres treuen und liebevoll sorgenden Ernährers beraubt worden sind. Was das Realgymnasium zu Lippstadt und dessen Schüler an Müller, dem ausgezeichneten Jugendlehrer, verloren, erscheint geradezu unersetzlich. Seine Freunde, Kollegen und Mitbürger betrauern ihrerseits tief den Verlust des zuverlässigen, charaktervollen, überzeugungstreuen, für das Gemeinwohl ohne Sonderinteresse strebenden, so hochbegabten und doch so rührend einfachen und bescheidenen Mannes, und wird derselbe in dem, was er als Vorsitzender und geistiger Leiter des Lippstädter »Bürger-Vereins« für die Hebung der Bildung dessen Mitglieder in der anspruchslosesten Weise gethan hat, unvergessen sein. Was endlich der Dahingeschiedene als Forscher und Schriftsteller in der Naturwissenschaft geleistet hat, beweisen seine grösseren und kleineren Werke, Aufsätze, Rezensionen etc., deren Zahl sich auf mehr als 200 beläuft, und seine Korrespondenzen mit gegen 150 Naturforschern, unter denen sich die bedeutendsten des In- und Auslandes befinden, und von denen z. B. Charles Darwin in der Zeit vom 28. Februar 1867 bis zum 6. August 1881 46 und Federico Delpino in Genua in der Zeit vom 12. Mai 1868 bis zu Müller's Hinscheiden 29 teils sehr ausführliche Schreiben an denselben gerichtet haben, worin sie für dessen Leistungen die höchste Anerkennung, ja Bewunderung aussprechen.

Die Erinnerung an diese vielen und hervorragenden Verdienste, Herzens-, Charakter- und Geisteseigenschaften legte es seinen in Lippstadt, dem Mittelpunkte seines langjährigen erfolg- und segensreichen Wirkens, wohnhaften Schülern, Freunden und Verehrern nahe, dahin zu wirken, dass das Angedenken des leider so früh Verblichenen zugleich

unter angemessener Berücksichtigung seiner Hinterbliebenen in würdiger und dauernder Weise geehrt werde. Es bildete sich daher in Lippstadt zunächst ein aus neun Personen bestehendes provisorisches Komitee, welches inmittelst durch Auswärtige auf die Zahl von 26 Personen sich verstärkt hat, um Sammlungen in Lippstadt zu veranstalten und Gelder von auswärts zusammenzubringen, deren Gesamtertrag dazu dienen soll, nach Möglichkeit:

»das Andenken des Professors Müller in geeigneter Weise sicherzustellen, den Hinterbliebenen die erforderlich erscheinende Unterstützung zu gewähren, und unter dem Namen »Müller-Stiftung« eine Stiftung zu errichten, welche in nähere Beziehung zu dem jetzigen Lippstädter Realgymnasium gebracht werden und deren Revenuen bei Lebzeiten der hinterbliebenen Witwe Professor Müller letzterer zufliessen, nach deren Ableben aber dazu dienen sollen, dürftige und würdige Schüler der Anstalt, welche Naturwissenschaft zu studieren beabsichtigen, zu unterstützen, wobei jedoch die Müllersche Nachkommenschaft auch ohne Rücksicht auf Bedürftigkeit in erster Linie berücksichtigt werden soll.«

Ob und inwieweit diese ins Auge gefassten Ziele erreicht werden können, hängt selbstverständlich von dem Ertrage der Sammlungen ab. Die Endesunterzeichneten ersuchen daher alle früheren Schüler, Freunde und Verehrer Müller's, sowie alle diejenigen, die grosse und bleibende Verdienste auch durch die That zu würdigen gesonnen sind, durch Gewährung und Sammlung reichlicher Gaben dem Komitee die Erreichung aller oben gedachten Zwecke zu ermöglichen und die selbstgeleisteten oder gesammelten Beiträge unter Beifügung der Namen der einzelnen Geber, welche demnächst eine Biographie Müller's mit Bildnis zugesandt erhalten werden, dem Schatzmeister des Komitees Stadtkämmerer Wilhelm Thurmann in Lippstadt einzusenden.

Im Januar 1884.

Dr. Wilhelm Julius Behrens in Göttingen, Alfred W. Bennet in London, Dr. W. Cramer in Barr, Francis Darwin in Cambridge, Dr. Arnold Dodel-Port in Zürich, Dr. Ernst Haeckel in Jena, Dr. Ernst Krause in Berlin, Dr. Alfred Kirchhoff in Halle a. d. S., Professor Dr. Karsch in Münster i. W., Dr. phil. Friedr. Ludwig in Greiz, Thür., Dr. Landois in Münster i. W., Dr. P. Magnus in Berlin, D'Arcy W. Thompson in Cambridge, Dr. Perceval E. Wright in Dublin — und zahlreiche andere Unterschriften.

Indem wir mit Freuden der an uns ergangenen Aufforderung, diesen Aufruf im »Kosmos« zu veröffentlichen, hiermit nachkommen, erklären wir uns zugleich bereit, Beiträge für die Hermann Müller-Stiftung entgegenzunehmen. Wir sind überzeugt, dass unsere Leser gerne diese schöne Gelegenheit ergreifen werden, um das Andenken des unvergesslichen Forschers und Lehrers nach ihren Kräften zu ehren!

Über die eingelaufenen Beiträge wird seiner Zeit an dieser Stelle quittiert werden.

Prof. B. Vetter in Dresden-Blasewitz.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Die Moundbuilders und ihr Verhältnis zu den historischen Indianern.

Von

Dr. **E. Schmidt** (Leipzig).

(Schluss.)

III.

Es wurde bisher nur die negative Seite des Resultates hervorgehoben, welches uns eine unbefangene Prüfung der Thatsachen geliefert hat: die Moundbuilders waren nicht ein einheitliches Volk, und sie besassen nicht die hohe Kulturstufe, welche ihnen eine enthusiastische Auffassung zuschreiben wollte. Wenn sie aber das nicht waren, wofür man sie gehalten hat, was waren sie denn?

Der erste Schritt auf dem Wege, diese Frage zu beantworten, muss der sein, dass wir die Kulturleistungen der Indianer, so wie sie sich noch möglichst unberührt von europäischen Einflüssen darstellen, mit denen der Moundbuilders vergleichen. Wir finden dabei, dass man, gerade wie man das Niveau der Moundbuilders sehr überschätzt hat, so auch auf der anderen Seite der Kulturhöhe der historischen Indianer nicht gerecht geworden ist. Überreich fliessen uns die historischen Quellen über die Kulturzustände der Indianer, soweit sie im Vergleich mit den Altertümern der Mounds in Betracht kommen; in neuester Zeit haben Baldwin und Carr eine grosse Menge einschlägiger Thatsachen zusammengestellt. Es würde eine ermüdende Wiederholung sein, wollten wir eine grössere Anzahl entsprechender Angaben anführen, und wir wollen uns daher beim Nachweis der Analogie zwischen den Leistungen der Moundbuilders und der Indianer immer nur auf wenige Citate beschränken.

In den meisten Schriften über Mounds findet man mit einem gewissen Behagen den Gegensatz ausgemalt zwischen den sesshaften, ungemein volkreichen, blühenden Ackerbau treibenden hochzivilisierten Moundbuilders und den in kleinen Horden hin- und herziehenden, vorzugsweise von der Jagd lebenden und nur sehr armseligen Feldbau treibenden Indianern. Das ist nach beiden Seiten hin eine Übertreibung. Alle alten Beobachter wissen davon zu erzählen, dass der Ackerbau bei

den Indianern in hoher Blüte stand, dass auch sie eine weit grössere Volkszahl hatten, als es lediglich durch die Jagd möglich gewesen wäre, dass auch sie in kleineren und grösseren Dörfern ein sesshaftes Leben führten. Ja um die ganze europäische Kolonisation von Amerika stünde es schlecht, die ersten Ansiedler wären fast überall verhungert, wären nicht die reichen Kornspeicher der Indianer gewesen, aus welchen sich die Europäer den Mais kauften, erbettelten oder stahlen. Schon De Bry gibt uns bildliche Darstellungen üppiger Felder und Beschreibungen des Landbaues der Indianer. Hudson fand im jetzigen Staat New-York in einem einzigen Dorfe so viel Bohnen und Mais aufgestapelt, dass er damit drei Schiffe hätte befrachten können. Adair und Bartram versichern uns, dass die Maisfelder der südlichen Indianer nicht nach Acres, sondern nach Meilen gemessen wurden. Wie bedeutend der Feldbau selbst im Norden noch in den beiden letzten Jahrhunderten, also nach langer, nicht gerade zur Hebung des Indianers dienender Anwesenheit der Europäer in Amerika, war, beweisen folgende Thatsachen: als die Franzosen unter Denonville 1687 vier Dörfer der Senecas verbrannten, wurden dabei 1 200 000 Bushels Mais vernichtet; die französische Mannschaft musste sieben Tage lang mähen, um den noch auf den Feldern stehenden Mais dieser vier Dörfer zu zerstören. Um dieselbe Zeit (1696) sah Fontenac in der Nähe der Irokesendörfer $1^1/_2$ bis 2 lieues grosse Maisfelder. Fast hundert Jahre später zerstörte Sullivan bei einem Einfall ins Land der Irokesen 160 000 Bushels Mais, in einem einzigen Baumgarten hieben seine Soldaten 1500 Äpfelbäume ab, und noch 1794 konnte General Wayne aus den Ohiogegenden schreiben: »an den Ufern des Miami und des Au Glaize scheint sich meilenweit ein zusammenhängendes Dorf hinzuziehen: nirgends in Amerika, von Canada bis nach Florida hinunter habe ich je zuvor so endlose Maisfelder gesehen.«

Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, dass auch die Indianer zum grossen Teil sesshafte, landbautreibende, volkreiche Stämme waren, gerade wie wir dies von den Moundbuilders annehmen mussten.

Aber bauten sie denn, wie diese, auch feste Plätze auf Bergen und in der Ebene? Ja! Auch hierfür sind sehr zahlreiche direkte Nachrichten vorhanden. Und zwar finden wir alle Eigentümlichkeiten der festen Mounddörfer in den Beschreibungen dieser Indianerfestungen wieder. Starke Bergwälle, bis zu 50 Acres gross, hatten die Indianer New-Yorks; die Wälle umschlossen oft 20—30 »Langhäuser«, jedes 180 Yards lang und 20 Fuss breit. Solche starke Bergforts werden bei fast allen Indianerstämmen erwähnt. Ausserdem hatten sie aber auch noch befestigte Dörfer in der Ebene: »Ausser jenen festen Plätzen haben sie noch andere Dörfer und Städte, welche gleichfalls umwallt sind,« wie v. d. Donck von den Indianern am Hudson berichtet, und Lafiteau erzählt von den indianischen Befestigungen im allgemeinen: »Die Beschaffenheit des Bodens bestimmt die Form ihrer Umwallung. Es gibt darunter vieleckige, die meisten aber sind rundlich und kreisförmig.« Le Moyne hat uns Zeichnungen solcher kreisförmigen Palissadendörfer, nach der Natur aufgenommen, hinterlassen. Fast alle Berichterstatter stimmen

darin überein, dass die Ringwälle mit Palissaden oft in zwei- oder dreifacher Reihe besetzt waren (in letzterem Fall wurde zwischen den Palissaden oft Erde aufgehäuft); ein Graben liegt bald vor, bald hinter der Palissadenlinie, und in einzelnen Fällen wird berichtet, dass die Verteidiger in diesen brusthohen Gräben selbst gegen die Kugeln der Europäer geschützt waren. Die Gruppierung kleinerer Forts oder fester Häuser auf Fundamentmounds zu einem grösseren Ganzen, wie wir sie bei manchen Mounds Ohios und der südlichen Staaten angetroffen haben, finden wir bei dem Ritter von Elvas auf DE SOTOS' Zug in den »grossen umwallten Städten« wieder, die von vielen, Bogenschussweite von einander entfernten Häusern umgeben waren; ja selbst die Parallelwälle, welche von alten Umwallungen Ohios aus häufig den Zugang zu einem benachbarten Fluss beschützen, haben ihr Gegenstück in den »gedeckten Gängen«, welche nach den Beschreibungen neuerer indianischer Walldörfer von diesen zum Wasser hinabführen. Dass die Indianer (gerade wie die Moundbuilders) sich mit Vorliebe in den fruchtbaren Thälern ansiedelten, erzählt uns LOSKIEL: »Zu Welschkornfeldern nehmen sie das niedrige fette Land an den Flüssen und Bächen, welches viele Jahre hintereinander trägt. Ist aber ein Feld ausgesogen, so legen sie ein neues an; denn vom Düngen wissen sie nichts und an Land fehlt es ihnen nicht.« Die Lage der Dörfer auf den höheren Thalterrassen, die zu so viel Spekulation Veranlassung gegeben hat, wird in den Berichten von GARCILASSO, CHARLEVOIX, LAFITEAU, LOSKIEL etc. ausdrücklich motiviert. »Der Überschwemmungen wegen siedeln sich die Indianern soviel als möglich auf höhergelegenen Stellen an« (GARCIL). »Daher findet man ihre Dörfer gemeiniglich an einem Landsee oder Flusse oder Bache, doch an erhabenen Orten, um bei dem hohen Wasser, das im Frühjahr gewöhnlich ist, nicht in Gefahr zu kommen« (LOSKIEL). Zugleich geben uns diese Autoren einen Fingerzeig, der uns die Bedeutung der grossen Anzahl von alten Walldörfern in den Seitenthälern des Mississippi auf ihr richtiges Mass zurückführen lässt. So schreibt LAFITEAU: »Da die Wilden ihre Felder nicht düngen und sie nicht einmal brach liegen lassen, so erschöpfen sich dieselben bald und veröden, weshalb sie genötigt sind, ihre Dörfer anderswohin zu verlegen und auf noch unbebauten Strecken neue Felder herzurichten.« Auch der bald in der Nähe einer grösseren Niederlassung auftretende Holzmangel zwingt die Indianer nach LAFITEAU zu öfterem Wechsel der Wohnsitze. LOSKIEL führt gleichfalls den Holzmangel durch Abholzung der Nachbarwälder sowie durch häufige Waldbrände als Ursache hierfür an.

Die Häuserform der Moundbuilders war, wie die kleineren Schuttwälle und Haufen innerhalb der Wälle gezeigt haben, bald rund, bald viereckig. Das stimmt genau mit der Beschreibung der indianischen Häuser, wie sie uns alle Reisenden geben. Schon in den Abbildungen von LE MOYNE finden wir beide Formen in demselben Dorf vereinigt. LAFITEAU berichtet: »Was die Form betrifft, so sind manche rund,« anderseits erfahren wir von DU PRATZ: »Die Hütten der Natchez bilden stets ein vollkommenes Quadrat.« Auch die Sitte, die Toten im Boden der Hütte zu begraben, die wir in manchen alten Walldörfern Tennessees antreffen, findet sich häufig bei den neueren Indianern; so berichtet es BARTRAM

von den Muscogulges in Carolina, Scoolcraft von den Creeks und Seminolen, Bernard Roman von den Chickasaws, und selbst jenseits der Felsengebirge kommt diese Sitte vor, bei den Navajos, den Round valley Indians Californiens etc.

Gehen wir über zur Vergleichung der alten und der modernen Erdhügel. Als erste Gruppe der Mounds haben wir kennen gelernt die Reliefmounds Wisconsins, Michigans etc. Sie sind ein lokal beschränktes Vorkommen, für das wir fast im ganzen übrigen Moundbezirk jede Analogie vermissen. In derselben Lage befinden wir uns auch, wenn wir bei den modernen Indianern ähnliche Bauten suchen. Nur eine, wie es scheint, bisher unbeachtet gebliebene Notiz bei Charlevoix (Journal d'un voyage VI. p. 51) ist vielleicht geeignet, etwas Licht zu werfen auf Zweck und Bedeutung dieser Reliefmounds. Er sagt: »Früher bauten die Irokesen ihre Hütten viel sorgfältiger als die andern Stämme und als sie selber es gegenwärtig thun; man fand bei ihnen Figuren in Relief dargestellt, obwohl die Ausführung derselben allerdings sehr grob war; seitdem man aber bei verschiedenen Expeditionen fast alle ihre festen Dörfer verbrannt hat, haben sie sich nicht mehr die Mühe genommen, dieselben im früheren Zustand wiederherzustellen.« Könnten diese grob ausgeführten »figures en relief« nicht die Fundamente für die Häuser gewesen sein, von welchen Charlevoix spricht? Weitere Ausgrabungen in den Reliefmounds, die besonders auf die Struktur derselben ihr Augenmerk zu richten hätten, könnten uns vielleicht über die Bedeutung dieser Hügel ebenso sichere Aufschlüsse verschaffen, wie sie uns über die Natur der »Tempelmounds« richtige Belehrung gaben. Dass unsere jetzige Auffassung dieser letzteren richtig ist, dafür haben wir wieder ausgiebige geschichtliche Beweise. Von dem Zuge de Sotos' an finden wir häufig die Platform-Mounds erwähnt und beschrieben, welche Häuser (in der Sprache der Spanier Paläste oder Tempel) trugen. Garcilasso beschreibt uns ausführlich die Konstruktion dieser Fundamente: »Die Indianer bemühen sich ihre Städte auf hochgelegenen Stellen zu errichten; weil sie aber in Florida selten solche Örtlichkeiten finden, welche den zum Bauen nötigen Raum darbieten, so führen sie selbst solche Erhöhungen in folgender Weise auf. Sie wählen einen geeigneten Platz, häufen daselbst eine Masse Erde auf und stellen so eine Art Platform her, die zwei bis drei Piken hoch ist und auf deren Oberfläche zehn bis zwölf, ja sogar fünfzehn und zwanzig Häuser zur Aufnahme des Kaziken samt seiner Familie und dem ganzen Gefolge Raum finden. . . . . Um hinaufgelangen zu können, ziehen sie in gerader Linie Strassen von oben nach unten, jede fünfzehn bis zwanzig Fuss breit, und verbinden dieselben unter einander durch dicke Balken, welche weit in die Erde hineinragen und diesen Strassen als Mauern dienen. Dann bauen sie die Treppen aus starken Stämmen, die querüber gelegt, zusammengefügt und regelrecht zugehauen werden, damit das Werk festeren Halt bekomme. Die Stufen dieser Treppen liegen sieben bis acht Fuss auseinander, so dass auch die Pferde ohne Mühe hinauf- und hinuntersteigen können. Am ganzen übrigen Umfang der Platform, mit Ausnahme der Treppen, führen die Indianer eine steile Böschung auf, an der man nicht hinaufklettern

kann, und die Wohnung des Häuptlings ist somit recht gut befestigt.« Lange noch in historischer Zeit hielt sich bei den Indianern des Südens der Brauch, die Wohnung auf künstlich erhöhten Fundamenten zu bauen: noch 1773 sah W. Bartram die Hütten der am unteren Mississippi lebenden Indianerstämme . . . . »über das Land zerstreut auf Erdhügeln, die sie mit eigener Hand aufgeführt hatten.« Und Adair sagt von den Creeks: »Jede Stadt enthält ein grosses Gebäude, welches man passend das Berghaus nennen könnte.«

Den grössten Teil der noch übrigen, konischen Mounds haben wir als Leichenhügel kennen gelernt, in welchen sowohl Leichenbrand als Erdbestattung vorkommt. Auch hier finden wir wieder in historischer Zeit genaue Gegenstücke, und zwar für beide Arten der Beisetzung.

Bei der Verbrennung der Leichen wird von den Indianern stets alles in die Flamme geworfen, wovon man annahm, dass es noch dem Toten angehöre und dass es ihm noch im Jenseits dienlich sein könne. Oft wird der ganze Besitz, ja selbst das Haus mit verbrannt. »Alles und jedes, was der Verstorbene besass, wird um den Leichnam herum aufgehäuft« (Ross Cox). Bei den Tolkotins in Oregon wird nach demselben Autor die Asche nach der Verbrennung unter dem Mound begraben, die grösseren Knochen aber noch jahrelang, in Birkenrinde eingehüllt, von den Witwen mit sich herumgetragen. Erklären solche Gebräuche nicht auf sehr einfache Weise die Fälle, wo man auf sogenannten Altären (hartgebrannten Thonherden), den Brandstätten der Leichen, keine Menschengebeine, wohl aber Asche und oft sehr wertvolle und zahlreiche Grabbeigaben fand? Und wenn wir auf den Brandstätten ganze Depots von gleichartigen Gegenständen finden, auf der einen z. B. nur Pfeifen, auf einer andern nur Lanzenspitzen etc., liegt dann die Erklärung nicht nahe, dass hier der Nachlass eines Künstlers oder Händlers wieder ans Tageslicht gebracht ist? Jedenfalls ist dies eine ungesuchtere Erklärung, als wenn man von mystischen Opfern, rätselhaften Gottheiten etc. spricht. Der »Altar« dieser Mounds steht nicht unvermittelt da: auch die Indianer wählen zur Verbrennung der Leichen »eine Erderhöhung, auf welche zahlreiche Stöcke gelegt werden«. Ebenso dürfte die konzentrische Schichtung dieser sogenannten sacrificial mounds ihr Gegenstück in der Errichtung eines Mound durch die Osagen haben, von welcher uns Featherstone erzählt: Einer ihrer Häuptlinge war plötzlich gestorben, während die Mehrzahl der Männer fern auf der Büffeljagd war. Der provisorische kleine Leichenhügel wurde nach der Rückkehr der Jäger »zeitweilig vergrössert, indem jedermann neues Material herbeischleppen half, und so dauerte die Anhäufung von Erde lange Zeit fort, bis der Hügel seine gegenwärtige Höhe erreicht hatte«.

Von der Häufung eines Erdmound über unverbrannten Leichen sind uns sehr viele Beispiele von den verschiedensten Stämmen mitgeteilt, so von den Osagen, manchen Algonkinstämmen, den Fox, den Irokesen, Santees etc. Auch die bei der Beschreibung der Mounds angedeuteten verschiedenen Arten der Beisetzung der Leichen sind genaue Illustrationen zu den durch direkte Beobachtung bekannten Begräbnissen der Indianer. Auch bei diesen sehen wir überall die ängstliche Sorge, den

Kontakt der Leiche mit der umgebenden Erde zu vermeiden: »wenn dieselbe in der Grube liegt, so achtet man darauf, sie so zu bedecken, dass die Erde sie ja nicht berühre.« So kommen denn auch bei Moundbuilders und Indianern die gleichen Mittel hierfür zur Anwendung: Felle bei den Dakotas, Matten bei den Otoes und Missouris, Baumrinde und Holzzimmerung bei den Carolinas, Steinplattengräber (wie sie für Tennessee so charakteristisch sind) bei den Kickapoos in Illinois, bei welchen sie, wie Rau nachgewiesen hat, noch bis in unser Jahrhundert hinein in Gebrauch waren.

Die Fälle, wo man eine grosse Anzahl Skelette, oft ein ganzes Beinhaus in den Mounds gefunden hat, entsprechen ganz den Massenbegräbnissen der Indianer, von welchen wir sehr zahlreiche Nachrichten besitzen. Wir erwähnen davon nur das Zeugnis W. Bartram's über die Begräbnisse der Choctaws: bei diesen wurden die Leichen zunächst in besonderen Beinhäusern aufbewahrt, dann aber, wenn diese angefüllt waren, zum Begräbnisplatz gebracht, und hier »werden sie in Form einer Pyramide aufeinander gehäuft und der kegelförmige Erdhügel darüber aufgeschüttet«.

Ausser den Erdmounds lernten wir auch noch Steinmounds kennen, die Squier wegen ihrer roheren Konstruktion nicht den Moundbuilders zuschreiben wollte. Sei dem wie ihm wolle, jedenfalls finden sie sich in grösserer Anzahl im Moundgebiet. Aber auch die historischen Indianer hatten die weitverbreitete Sitte, Steinhügel zu errichten, sei es um irgend ein bemerkenswertes Ereignis dem Andenken der Nachwelt vor Augen zu stellen (Lafiteau, Adair, Smith etc.), sei es als Denkmal über einem Toten (Adair) oder auch über einem Massengrab (Adair, Foster).

Von den grossen Erdwerken uns zu den kleineren Gegenständen, zu Gerät, Waffen, Schmuck wendend, finden wir auch hier wieder eine grosse Übereinstimmung von vorgeschichtlichen und historischen Dingen. Für die Steingeräte und die Schmucksachen haben wir dies bereits früher angedeutet, wir finden bei Moundbuilders und bei jetzigen Indianern dieselbe Stufe der Technik in Bearbeitung des Steins: beide verstehen es in ganz gleicher Weise, den Stein zu spalten, zu schleifen und zu polieren, beide sind im Besitz des Steinbohrers, mit dem sie Schmuckgegenstände durchlochen und Pfeifen aushöhlen. In der Form der Steingeräte ist nirgends ein wesentlicher Unterschied zu entdecken, so dass wir bei keinem dieser Stücke, wenn wir seine spezielle Herkunft nicht kennen, angeben können, ob es aus einem Mound stammt oder von modernen Indianern gearbeitet worden ist. Nur die Mound-Pfeifen scheinen sich auf den ersten Blick weit über das Niveau indianischer Kunstleistungen zu erheben. Wir dürfen aber, wie bereits früher hervorgehoben wurde, den selten glücklichen Fund aus dem Pfeifenmound bei Chillicothe nicht als Massstab des Durchschnitt-Könnens der Moundskulptur ansehen, die übrigen plastischen Arbeiten der Moundbuilders stehen weit tiefer. Anderseits begegnen wir auch bei den Indianern gelegentlich ganz bemerkenswerten Kunstleistungen. Wir brauchen nicht bis zu den Haidahs an der Nordpacifischen Küste zu gehen, die in künstlerischer Stein-

bearbeitung ganz Hervorragendes leisten: die Beispiele, welche uns Squier in den Aboriginal monuments von den Skulpturen der modernen Indianer New-Yorks gibt, zeigen, dass auch die Indianer fähig sind, gleich hochstehende künstlerische Arbeiten auszuführen, wie die Moundbuilders: Squier selbst muss eingestehen, dass viele Pfeifen der Indianer im Staate New-York »so hart, glatt und symmetrisch sind, dass man fast an ihrem indianischen Ursprung zweifeln könnte«.

Eine Eigentümlichkeit der Mounds waren die in ihnen gefundenen Gebrauchs- und Schmuckgegenstände aus Kupfer: die ersten Ankömmlinge aus der alten Welt fanden dasselbe Metall auch bei den Indianern als Gerät und als Schmuck. Mancher Irrtum mag bei den golddurstigen Europäern veranlasst sein durch die glänzenden Platten und Perlen, die wie rotes Gold Brust und Hals der Häuptlinge zierten. Die Franzosen Laudonnière's sahen die Pfeile »cuspide aurea armatas« und auch De Sotos' Soldaten erscheint das Kupfer »d'une couleur très dorée«; sie fanden nach Garcilasso »mit Kupfer ausgelegte Keulen, kupferne Äxte, sehr lange Lanzen, an beiden Enden mit Kupfer verziert« und »lange Speere von sehr schönem Kupfer«. Auch sonst sind uns zahlreiche Beobachtungen über die Verwendung von Kupfer zu Gerät und Schmuck bei den Indianern erhalten.

Wurde das Kupfer von den Indianern selbst bergbaulich gewonnen? Wenn man den reichen Vorrat an Kupfer bei den weit von den Kupferlagerstätten entfernten Indianern der Küste zur Zeit der französischen und spanischen Raubzüge im sechzehnten Jahrhundert bedenkt, so ist man fast gezwungen zu der Annahme eines damaligen regelmässigen bergmännischen Betriebes. Es verstrichen volle 150 Jahre nach jener unglücklichen Expedition De Sotos', ehe ein europäischer Fuss die Kupferregion betrat; grosse Völkerumwälzungen hatten gerade dort im Innern inzwischen alle bestehenden Verhältnisse umgestürzt, zugleich ist der Bedarf an dem mühsam zu erwerbenden Kupfer völlig ersetzt durch den leichten Erwerb billigerer und doch wertvollerer europäischer Metallwaren — was Wunder, dass die Missionäre am Lake superior nur noch Sagen über den bereits eingegangenen Kupferbergbau vorfanden! Wir befinden uns bei der Frage nach den Kupferbergleuten in gleicher Lage, sowohl bei den Moundbuilders als bei den modernen Indianern: auch bei den ersteren wissen wir ja nicht, ob sie sich selbst das Kupfer aus den Bergwerken am oberen See holten. Halten wir uns aber an das Thatsächliche, an die Kupferfunde in den Mounds einerseits und an die Nachrichten über Kupfer bei den Küstenindianern anderseits, so finden wir auch hier wieder gleiche Verhältnisse; jedenfalls haben wir keinen Grund zu der Annahme, dass das Kupfer bei den Moundbuilders eine grössere Rolle gespielt habe als bei den Indianern der nachkolumbischen Zeit.

Das Vorkommen so zahlreicher Kupfergegenstände an der Küste hat für uns noch eine andere interessante Seite: es beweist uns die Existenz eines ausgedehnten Handels auch noch in historischen Zeiten. Wie wir aus dem Vorkommen von Seemuscheln in den Mounds auf Handelsverkehr der Moundbuilders von der Küste her schliessen mussten, so weisen uns umgekehrt diese Kupfergeräte an der Küste auf einen Export aus den-

selben Gegenden des Inneren zu den modernen Indianern Floridas etc. hin. Wir müssten deshalb Handelsverhältnisse, ähnlich denen der Moundbuilders, auch bei den Indianern voraussetzen, selbst wenn wir auch nicht anderweitiges ausgiebiges Zeugnis hätten, dass von ihnen ein lebhafter Handel zwischen Küste und dem Binnenland getrieben wurde, von den nördlichen Narragansets an, welche gegen Wampum, Pfeifen und Schmuck die Felle der Pelzjäger im Inneren eintauschten, bis herab zu den Texanern, bei welchen Cabeça de Vaca als herumziehender Händler Muschelschmuck, Muschelmesser und Heilkräuter gegen Ocker, Felle und Pfeilspitzen austauschte und überall gut aufgenommen war.

In keramischen Leistungen blieben die Indianer wohl kaum hinter den Moundbuilders zurück. Du Pratz gibt uns eine eingehende Beschreibung des technischen Verfahrens der Töpferei der Indianer am unteren Mississippi; er fährt dann fort: »Diese Frauen verfertigen auch Töpfe von ausserordentlicher Grösse, Krüge mit mässig weiter Mündung, Näpfe, Flaschen von zwei Pinten Inhalt, mit langem Hals, Töpfe oder Krüge zur Aufbewahrung des Bärenöls, die bis zu 40 Pinten halten, endlich Schüsseln und Teller nach französischer Art.« Nach Morgan verfertigten die Iroquois: »schwarze Töpferwaren von verschiedener Form und Grösse und von so feiner Masse, dass sie ganz ordentlich poliert werden konnten, und dabei so fest, dass sie aussahen wie Stein.« Auch von den Creeks und Chickasaws wird berichtet, dass sie irdene Töpfe von sehr verschiedener Grösse anfertigen, welche zwei bis zehn Gallonen fassen, ferner grosse Krüge zum Wassertragen, Schalen, Teller, Platten, Becken und eine unglaubliche Zahl anderer Gefässe von so veralteten Formen, dass es langweilig wäre, sie zu beschreiben, und unmöglich, alle aufzuzählen. Die Glasur stellen sie in der Weise her, dass sie dieselben über ein grosses Feuer von russendem Kienholz setzen, wodurch sie glatt, schwarz und fest werden«. Dieselbe »schwarze Glasur, die dem Feuer fast ebenso gut widersteht wie das Eisen«, rühmt Carver an den Töpfen der Nadôessis.

Vergleichen wir die uns erhaltenen Stücke von Mound- und von Indianertöpferei miteinander, so finden wir, obwohl die letztere unter europäischem Einfluss in ganz Amerika starke Rückschritte gemacht hat, doch überall eine grosse Übereinstimmung sowohl in Technik als in Gerätformen und im Ornament. Der Thon ist bei beiden auf gleiche Weise zubereitet, das Gefäss stets aus freier Hand, nie auf der Drehscheibe modelliert, an der Form ist Fuss-, Hals- und Henkelbildung gleich mangelhaft, in der Ornamentierung herrschen die gleichen Motive — nirgends ist ein wesentlicher Unterschied zu bemerken.

Die textilen Künste hatten wir bei den Moundbuilders bis zu einer bescheidenen Höhe entwickelt gefunden; gerade so war es auch bei den historischen Indianern. Auch hier beschreibt uns Du Pratz ausführlich, wie die Indianerinnen von Louisiana den Bast von Maulbeerbäumen behandeln, um ihn von der Holzfaser zu befreien, wie sie dann denselben zu starken Fäden spinnen, ihren Webstuhl aufstellen und darauf Stücke von einer Elle im Quadrat verfertigen. Auch die zierlichen von Du Pratz beschriebenen Muster, welche diese Indianerinnen auf Leder oder Maul-

beerbasttuch mit buntfarbigen Lederstreifchen sticken, sind Gewebsmotiven entlehnt. Weiter im Norden wurde von den Irokesen nach Mc Culloch auch eine Art Hanf zu einer Art grober Leinwand verarbeitet; Matten aus Hanf erwähnen Adair und Laudonnière, Fischnetze, von Maulbeerbastfasern gestrickt, Du Pratz. — Wir haben nach all' diesem keinen Grund anzunehmen, dass die textilen Künste der Indianer hinter denjenigen der Moundbuilders zurückstanden.

Wir gehen nicht aus dem Kapitel der Artefakte heraus, wenn wir hier noch die Vergleichung der Schädel anschliessen. Die älteren Kraniologen, welche aus den Formen der Moundbuilderschädel ihre Rassenzugehörigkeit zu erkennen suchten, konnten, wie wir sahen, deshalb nicht zu einem sicheren Schluss gelangen, weil der Moundschädel grossenteils deformiert, weil er nicht ein Natur-, sondern ein Kunst-Produkt ist, das uns kaum etwas über Blutsverwandtschaft, wohl aber vieles über Sitten und Gebräuche berichten kann. Aber auch von diesem Gesichtspunkt aus steht er dem modernen Indianerschädel sehr nahe, auch dieser ist in sehr vielen Fällen ein Artefakt, wenn auch der Gebrauch des Wiegenbrettes im letzten Jahrhundert überall nachgelassen hat. Wir können das ganze Moundgebiet mit Nachrichten über künstliche Formung des Indianerschädels bedecken: von den Florida-Indianern berichtet sie Garcilasso, von den Natchez Du Pratz, von den Choctaws Bartram, von den Wacksaws Lawson, den Catawbas Adair, den Chicasaws La Salle, den Delawaren Loskiel, von anderen Algonkins Charlevoix. Können wir bei solcher Fülle historischer Nachrichten die deformierten Kopfformen der Moundbuilders als etwas Besonderes, den modernen Indianern Fremdartiges ansehen?

Fassen wir alles zusammen, was uns die Mounds und ihr Inhalt einerseits, historische, sicher beglaubigte Nachrichten anderseits über die Lebensverhältnisse und die Kultur der alten und neuen Bewohner des Mississippibeckens gelehrt haben, so können wir uns der Überzeugung nicht verschliessen, dass überall, in den grossen Erdwerken wie dem kleinen Gerät für Frieden und Krieg, für Bedürfnis und Luxus bei beiden die grösste Übereinstimmung herrschte. Wenn nun aber auch die Moundbuilders und die Indianer der letzten Jahrhunderte in allen Dingen einander so ähnlich waren, so folgt daraus doch noch nicht, dass sie auch in nahem historischem oder genetischem Zusammenhang standen; darüber könnte uns höchstens die Tradition, vielleicht auch die Linguistik Aufschluss geben. Aber diese sollen ja, wie immer und immer wiederholt wird, ganz über diesen Punkt schweigen. Wir wollen sehen!

IV.

Wie eine Fessel hat bisher die Macht gewisser Sätze, welche dogmaähnlich ohne Kritik angenommen und verbreitet wurden, die freie Entwickelung der amerikanischen Archäologie gehemmt: wir haben solche Sätze von der Grösse, dem grauen Altertum, dem heiligen Beiwerk der Mounds genügend kennen gelernt. Nicht am wenigsten hinderlich aber

für eine einfache, natürliche Auffassung der Mounds war die Negation, die man allen Sagen und Traditionen der Indianer entgegensetzte. Mochten darin noch so viele Hinweise auf die Mounds und ihre Erbauer vorhanden sein: immer verschloss man ihnen gegenüber prinzipiell die Augen. Waren sie doch in striktem Widerspruch mit der herrschenden Ansicht, und bei einer Alternative zwischen beiden gab man lieber seiner in der Luft schwebenden Theorie recht und erklärte die Überlieferungen der Indianer, wo man sie nicht ableugnen konnte, für Unsinn.

Die Vorstellung der Moundbuilders als ein einheitliches Volk hat vor den offenbaren Thatsachen der Vorgeschichte nicht bestehen können; sie haben sich uns in eine Anzahl durch verschiedene Sitten und Gebräuche deutlich von einander getrennte Gruppen aufgelöst. Diejenige Gruppe, welche am eingehendsten studiert, am vollständigsten und genauesten bekannt ist und an welche man zunächst denkt, wenn man von den Moundbuilders schlechtweg spricht, ist die der Ohiomounds mit ihren Ringwällen auf Bergen und im Thal, mit ihren Erdhügeln mit Leichenbrand und Erdbestattung. Sie ist so wohlumschrieben, dass wir sie uns wohl als einem einzelnen Volk angehörig denken können. Wir wollen sie zum Schluss auch noch vom Standpunkt der Traditionen aus betrachten, die uns gerade auch über sie am vollständigsten erhalten sind.

Im grossen Gebiet der Vereinigten Staaten östlich von den Felsengebirgen können wir vier grosse, genetisch und linguistisch verschiedene Völkergruppen unterscheiden: die Dakota-Gruppe, hauptsächlich zwischen den Felsengebirgen und dem Mississippi ansässig, die Huron-Irokesengruppe, das energischste Glied der nordamerikanischen Völkerfamilie, nördlich und südlich von den unteren grossen Seen, sowie mit einem verwandten, aber schon sehr früh abgezweigten Glied, den Cherokesen in Georgia und Nord-Alabama, dann die grosse Algonkin-Familie, die von Labrador an der Küste bis Südcarolina und binnenwärts bis zum Mississippi und selbst darüber hinaus sich ausbreitet, endlich die Chahta-Muskoki-Gruppe, die alle Länder südlich von einer Linie zwischen Ostgeorgien und dem Mississippi besetzt hat. Lassen wir die Dakotas, die nicht bis an das in Rede stehende Gebiet der Moundbuilders heranreichen, ausser betracht, so sehen wir dies letztere gleichsam im Zentrum der drei, von uralters her so verschiedenen übrigen Gruppen, im Norden anstossend an die unruhigen, thatkräftigen Irokesen, östlich und westlich umgeben von den Algonkin, südlich begrenzt von den Muskoki. Bei all' diesen Stämmen finden wir, sei es in Tradition, sei es in der Sprache, Momente, die uns auf grossartige geschichtliche Vorgänge in diesem mittleren Gebiet hinweisen.

Bei den Wyandot hat Calhoun am Anfang dieses Jahrhunderts die Tradition aufgefunden, dass die alten Festungen Ohios vor 150 oder 200 Jahren errichtet worden seien während eines langen Kriegs zwischen den Wyandot (Huron-Irokesen) und den Cherokesen, der mit dem Sieg der ersteren endete.

Bei den eigentlichen Irokesen finden wir schon präzisere Angaben: Yates und Multon erzählen, dass nach ihrer Tradition die Gegend südlich von den grossen Seen dicht bewohnt gewesen sei von einem fleis-

sigen, tüchtigen Volk, das aber im Krieg ganz vernichtet worden sei und dessen Wohnsitze von den Senecas, den westlichsten der eigentlichen Irokesen eingenommen worden seien. Kirkland hörte von Irokesen, die Entscheidungsschlacht zwischen den Senecas und ihren westlichen Nachbarn sei einige Zeit vor der Ankunft der Weissen bei einer alten Wallburg in Genesee County (New York) geschlagen worden, bei welcher noch in einem Mound eine ungeheuere Menge Menschengebeine als Reste der in der Schlacht Gefallenen gezeigt wurde.

Im Jahr 1825 erschien in Lewiston eine Geschichte der Indianer von Cusick, einem Vollblutindianer aus dem Stamme der Tuscarora, des sechsten Gliedes des Irokesenbundes. Es ist in kindlichem Stil geschrieben, hat aber in allen wesentlichen Punkten durch die Linguistik eine glänzende Bestätigung seiner Glaubwürdigkeit erhalten. Cusick erzählt uns als seine Stammestradition, dass in alter Zeit, als noch Huronen und Irokesen ungetrennt waren, dieselben eine Gesandtschaft nach dem Süden zu dem »Grossen König« sandten, »welcher in der golden city (Goldstadt, vielleicht Kupferstadt, wie Hale meint) residierte, einer Hauptstadt des grossen Reiches. Nach einiger Zeit baute der König viele Festungen in allen seinen Ländern und drang beinahe bis zum Eriesee vor. Dies verursachte grosse Aufregung. Das Volk des Nordens merkte, dass es bald des Landes im Süden der grossen Seen beraubt werden würde. Sie beschlossen ihr Land gegen die Übergriffe fremder Völker zu verteidigen. Es kam zu langen blutigen Kriegen, die wohl hundert Jahre dauerten. Das Volk des Nordens war allzu geschickt im Gebrauch der Bogen und Pfeile und konnte Entbehrungen ertragen, die einem fremden Volke verderblich wurden. Endlich errang das nordische Volk den Sieg und alle die Städte und Festungen wurden gänzlich zerstört und nur Trümmerhaufen blieben davon übrig.«

Gehen wir weiter zu den Algonkin-Stämmen, so finden wir auch hier, und zwar bei den Delawaren (Lenni Lenape) Traditionen, die ganz auffallend mit Cusick's Bericht übereinstimmen, wenn man (worauf H. Hale aufmerksam gemacht hat) ein einziges Missverständnis darin ausscheidet und das Wort Mississippi oder Messusipu wörtlich als »grosses Wasser« und nicht als Fluss Mississippi übersetzt. Wir besitzen die Delawaren-Tradition in mehrfacher Fassung, die älteste vom Herrnhutermissionär Heckewelder (1819), eine jüngere weit ausführlichere von Squier (1848) gesammelt. Berichtigt man die falsche Auffassung von Mississippi, so lautet die Delawarensage nach Heckewelder: Die Lenape überschritten zuerst das grosse Wasser (St. Lorenzstrom, wahrscheinlich bei Detroit) und brachen in grossen Scharen ins Land der fremden Nation der Allighewi ein, die in grossen festen Städten wohnten. Zurückgeschlagen hielten sie sich zunächst ruhig; darauf aber wieder von jenen eingeladen, kehren sie in grossen Massen noch einmal zurück, werden aber wieder angegriffen und geschlagen. Jetzt verbündeten sie sich mit ihren Onkeln (d. h. den älteren und angeseheneren Stämmen), den Huron-Irokesen, beide überschreiten das grosse Wasser, und nun beginnt ein langer blutiger, grausamer Krieg, der mit der vollständigen Niederlage der Allighewi und ihrer Flucht »down the Mississippi« endigte. Die Sieger teilten

das Land, dass die Irokesen die nördlichen, die Lenape die südlichen Eroberungen in Besitz nahmen.

Die ausführlichere, von Squier mitgeteilte Fassung berichtet noch, dass die Lenape von dem weit im Norden gelegenen Land »Shinaki« (wörtlich: Land der Kiefern) ausgegangen seien; die Verbündeten, d. h. die vereinigten Huron-Irokesen, heissen hier Talamatan (wörtlich: nicht von ihrem Stamme), der überschrittene Fluss heisst hier Messusipu (grosser Fluss); jenseits desselben sassen die Tallegwi nach Osten zu. Lange währte der Krieg: 4 Häuptlinge folgten während seiner Dauer aufeinander am Ratsfeuer, und die Tradition hat uns selbst die Namen derselben erhalten:

»Einige gingen nach Osten (Süden) und die Tallegwi erschlugen einen Teil; dann riefen alle mit einer Stimme: Krieg! Krieg!

Die Talamatan (nicht von ihrem Stamme) und die Nitilowan (verbündetes Nordvolk) gehen vereint (in den Krieg).

Kinnepehend (der Scharfsehende) war der Führer, und sie gingen über den Fluss, und sie nahmen alles was dort war und plünderten und schlugen die Tallegwi.

Pimokhasuwi (der Herumschweifende) war der nächste Häuptling, und da waren die Tallegwi viel zu stark.

Tenchekensit (der offene Pfad) folgte und viele Städte ergaben sich ihm.

Paganchihilla war Häuptling und die Tallegwi gingen alle südwärts.

Im Süden der Seen errichteten sie (die Lenape) ihre Ratsfeuer, und im Norden der Seen waren ihre Freunde die Talamatan (Huronen?).

Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass der Name des alten Volkes noch im Fluss Alleg-hany (Susque-hanna, Rapa-hannock) nachklingt, von welchem er dann auf das Gebirge übertragen worden ist. Ja noch 1727 setzt Colden auf seiner Karte die Alleghens als einen kleinen Volksstamm an den gleichnamigen Fluss; vielleicht haben wir hier noch einen kleinen, nach Osten versprengten Rest des Volkes vor uns, dessen grössere Trümmer, wie die Tradition berichtet, nach dem Süden zu verschlagen wurden. Hier im Süden müssen wir uns also auch nach weiteren Nachrichten über die ferneren Schicksale des zersprengten Volkes umsehen.

Unmittelbar an das Gebiet der Ohio-Moundbuilders stiessen im Süden östlich die Cherokesen, westlich die Stämme der Muskokifamilie.

Auch bei den Cherokesen leben noch, wie uns Watie berichtet, viele alte Traditionen; eine der frischesten erzählt von der Begründung eines grossen Bundes und einem allgemeinen Friedensschluss unter den südlichen und westlichen Stämmen. Ein Delegierter von den Irokesen hat die Anträge zu diesem Friedensschluss gebracht, die Cherokesen übernahmen es, sämtliche Stämme ringsum zu diesem Friedensbund einzuladen, in welchen auch alle mit einziger Ausnahme der Osagen eintraten. Dieser Friedensschluss setzte den Kriegen zwischen den Cherokesen und Irokesen ein Ende.

Haben wir hier nicht den Abschluss der Tragödie vor uns, von welcher uns die Traditionen der Irokesen wie der Lenape berichten?

Die Irokesen waren unmittelbar bis zu den Cherokesen vorgedrungen. d. h. hatten das ganze Land der Alleghwi besetzt; auch die Cherokesen hatten zunächst auf Seite ihrer Nachbarn gestanden (s. die Tradition der Wyandots), hatten sich aber nach Vernichtung derselben zu einem Friedensschluss und zu einem Eintritt in einen allgemeinen Friedensbund bequemt.

Kann man von Traditionen grössere Klarheit und Genauigkeit verlangen? Wie stimmen die Überlieferungen sämtlicher um das Ohiomoundgebiet wohnenden, weit voneinander getrennten Völker wunderbar zusammen!

Aber damit sind die historischen Argumente noch nicht erschöpft, auch die Linguistik hat noch Material beigebracht, das die Richtigkeit jener Traditionen in überraschender Weise bestätigt. In neuester Zeit hat Horatio Hale in einem vortrefflichen Aufsatz über: »Indian migrations as evidenced by language« gezeigt, dass uns selbst noch Reste der Sprache der Allighewi erhalten sind. Gerade im Süden, wohin nach der Tradition die schwachen Reste des einst mächtigen Volkes geflohen sind, finden wir noch Fragmente der Sprache, die einst in den Walldörfern des Ohio gesprochen worden war. Südlich von den Ohio-Moundbuilders sassen einerseits die verschiedenen kleinen Stämme der Chahta-Muskoki-Gruppe, anderseits die ihrer Sprache nach zu der Irokesenfamilie gehörigen Cherokees. Die Sprachen beider Völker sind grammatikalisch und ihrem Wortschatz nach himmelweit von einander verschieden, Hale vergleicht den weiten Abstand beider mit der Unähnlichkeit des Persischen und Türkischen. Aber gerade wie diese beiden letzteren Sprachen manche gemeinsamen Worte besitzen, die einer fremden (der arabischen) Sprache entlehnt sind, so findet sich auch in jenen amerikanischen Sprachen eine Beimischung gleich- oder sehr ähnlich lautender, beiden Sprachen aber ursprünglich fremder Worte. Es sind gerade solche Worte, die auch in anderen Sprachen erfahrungsgemäss oft von aussen her entlehnt werden, Bezeichnungen für Gebrauchsgegenstände, gewisse Tiere etc. Es ist gewiss nicht zufällig, dass die Worte für Schuh, Büffel, Fuchs, Gefangener, Metall bei den Cherokesen wie bei den Choktaws auffallend übereinstimmen. Das weist auf eine gemeinsame, äussere Quelle hin, und als solche zeigt uns die Tradition die nach dem Süden versprengten Allighewi.

So schliesst sich der Kreis von Aufklärungen um das bis dahin so rätselhafte Volk der Ohio-Moundbuilders; aus dem mystischen Dunkel einer nebelhaften Vorzeit treten sie plötzlich heraus in das helle Tageslicht der neueren Geschichte, wir kennen ihre Namen, ja noch Theile ihrer Sprache, wir kennen ihre Kämpfe und ihren Ausgang, vom ersten Einbrechen der Lenapes aus dem Norden bis zu ihrer 100 Jahre späteren Zertrümmerung und ihrem Aufgehen in den südlichen Nachbar- und Freundesstämmen.

Was hier ausgeführt wurde, gilt freilich nur von den Ohio-Moundbuilders. Aber es ist damit für die amerikanische Vorgeschichte doch ein fester Punkt gewonnen, von welchem aus man mit grösserer Sicherheit vorschreiten, Thatsache an Thatsache, Gruppe an Gruppe anfügen kann. Das muss und wird der Gang der amerikanischen Archäologie sein,

dass sich zuerst die Erkenntnis Bahn bricht, dass sie mit der Auffassung der Moundbuilders als eines grossen mystischen Ganzen in fruchtlosem Dunkel tappte. Und wenn sie diese Erkenntnis gewonnen hat, wird sie die Moundlehre zerlegen müssen in so viel Einzelfragen, als Verschiedenheiten in den wesentlichen Zügen der Mounds vorhanden sind. Dann aber wird es nicht ausbleiben, dass sie, auf festem Boden stehend, das Dunkel weithin erleuchten wird, welches jetzt noch auf dem vorkolumbischen Menschen Nordamerikas ruht.

Leipzig, den 7. Januar 1884.

Über Chlorophyll im Tierreich.*

Von

Dr. **K. Brandt** (Neapel).

Einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen Tieren und Pflanzen besteht in der Verschiedenheit der Ernährungsweise. Die Pflanzen können sich selbst aus anorganischen Substanzen die zu ihrem Aufbau nötigen organischen Stoffe bilden, während die Tiere dazu nicht im stande sind und zu ihrer Ernährung bereits fertig gebildete Stoffe, die sie direkt oder indirekt von den Pflanzen beziehen, nötig haben. Der Grund für diese Verschiedenheit liegt darin, dass im allgemeinen nur die Pflanzen grün gefärbte Protoplasmamassen, sogenannte Chlorophyllkörper, besitzen, welche sie in den Stand setzen, bei gehöriger Belichtung aus Kohlensäure und Wasser Stärke und andere organische Substanzen unter gleichzeitiger Ausscheidung von Sauerstoff zu bilden. Bei echten Tieren dagegen war bis vor ganz kurzer Zeit selbsterzeugtes und funktionierendes Chlorophyll noch nicht nachgewiesen worden.

Allerdings kennt man schon seit langer Zeit zahlreiche einfach gebaute Süsswassertiere, z. B. den Armpolypen (*Hydra*), den Süsswasserschwamm (*Spongilla*), viele Infusorien etc., bei welchen ganz ähnliche grüne Körper vorkommen, wie bei den Pflanzen. Man weiss auch, dass der grüne Farbstoff dieser Tiere mit dem grünen Farbstoff (Chlorophyll) der Pflanzen

* Über diesen Gegenstand liegen im „Kosmos“ bereits zwei Besprechungen vor (5. Jahrg. Bd. 10. p. 441 und 6. Jahrg. Bd. 11. p. 223). Inzwischen ist durch die vereinten Bemühungen verschiedener Forscher unsere Kenntnis über die Art des Vorkommens von Chlorophyll in Tieren und die Bedeutung dieses Farbstoffes für die Ernährung der Tiere erheblich vermehrt worden, so dass ein kurzer Überblick der wichtigsten Ergebnisse auf diesem Forschungsgebiete zweckmässig erscheint. Bezüglich der Litteraturangaben verweise ich auf eine ausführliche Arbeit von mir (Mitteil. aus d. Zoolog. Stat. zu Neapel Bd. 4. Heft 2. 1883. p. 191).

vollkommen identisch ist. Hogg, Cohn und Max Schultze haben das durch mikrochemische Reaktionen, Sorby, Lankester und Krukenberg durch spektroskopische Untersuchung von Farbstoffauszügen, Geddes und Engelmann durch den Nachweis der Sauerstoffausscheidung seitens lebender grüner Tiere mit voller Bestimmtheit festgestellt. Dagegen fehlte bis vor kurzem eine wissenschaftliche Prüfung der bislang allgemein verbreiteten weiteren Annahmen, dass die grünen Körper der Tiere ebenso wie die Chlorophyllkörper der Pflanzen von den Organismen, in denen sie vorkommen, selbst erzeugt sind, und dass sie in den Tieren dieselbe wichtige Rolle spielen wie die Chlorophyllkörper in den Pflanzen.

Die erste dieser beiden Vermutungen, die Geza Entz und der Verfasser unabhängig von einander und in verschiedener Weise einer Prüfung unterwarfen, hat sich in fast allen Fällen als irrtümlich erwiesen. Es ergab sich zunächst, dass die grünen Körper der Tiere ihrem Baue nach den pflanzlichen Chlorophyllkörpern durchaus nicht entsprechen. Sie sind nicht wie diese membranlose Teile von Zellen ohne eigenen Zellkern, sondern zeigen den Bau einzelliger Algen. Wie diese haben sie den Wert selbständiger Zellen: sie enthalten ausser gefärbtem auch ungefärbtes Protoplasma, besitzen mindestens einen Zellkern, führen kontraktile Vakuolen und sind von einer Cellulosemembran umgeben. Eine andere Verschiedenheit gegenüber den Chlorophyllkörpern besteht darin, dass die grünen Körper der Armpolypen, Infusorien u. s. w. im isolierten Zustande wochenlang weiter leben, sich vermehren und fortfahren, bei Belichtung Stärke zu produzieren. Dem ungarischen Forscher G. Entz gelang es sogar, die weitere Entwickelung solcher isolierter Körper von Infusorien zu verfolgen und den Nachweis zu liefern, dass die vermeintlichen Chlorophyllkörper nichts weiter als Palmellenzustände von *Tetraspora*, *Glococystis* und anderen wohlbekannten Algen sind. Ausserdem beobachtete er auch direkt das Eindringen von Euglenen, Chlamydomonaden, Protococcaceen und ähnlichen Algen in farblose Infusorien und sah, dass sie »aus dem verdauenden Endoplasma durch die nachfolgenden in das Ektoplasma gedrängt wurden, wo sie nach glücklich überstandener Gefahr des Verdautwerdens durch sich schnell wiederholenden Teilungsakt in Pseudochlorophyllkörperchen zerfielen und das Ektoplasma zu ihrem Vegetationsgebiete okkupierten.« Ferner gelang es mir und meinem Freunde Kessler, chlorophyllfreie Infusorien mit den grünen Körpern zerquetschter Süsswasserschwämme oder abgestorbener Armpolypen direkt zu infizieren. Endlich hat v. Graff neuerdings die wichtige Beobachtung gemacht, dass sich aus Eiern des grünen Süsswasserstrudelwurmes (*Vortex viridis*), die in filtriertem Wasser gezüchtet wurden, ausnahmslos farblose Individuen ohne grüne Zellen entwickelten. Aus allen diesen Beobachtungen und Experimenten folgt mit Sicherheit, dass die grünen Körper oder Pseudochlorophyllkörper der Tiere einzellige Algen sind, die von aussen in die Tiere einwandern.

Wie bereits erwähnt, kommen diese grünen Algen vorzugsweise in Süsswassertieren vor, und zwar bei sehr zahlreichen Urtieren, z. B. Amöben, Sonnentierchen, Infusorien, ferner bei *Spongilla*, beim Armpolypen, einigen Strudelwürmern und einem Süsswasser-Regenwurm (*Acolosoma*).

Seltener finden sie sich in Meerestieren, z. B. in der Nacktschnecke *Elysia* und in dem Strudelwurm *Convoluta Schultzii*.

Die Meerestiere sind vorzugsweise mit einer anderen Algenart versehen, die statt des echten grünen Chlorophylls eine gelbe oder bräunliche Modifikation des Chlorophyllfarbstoffes enthalten und schon seit mehr als 30 Jahren unter dem Namen der »gelben Zellen« bekannt sind. Während bei den grünen Körpern der Nachweis der Zellnatur die Hauptschwierigkeit bereitete, das Vorhandensein des Chlorophylls aber kaum jemals ernstlich bezweifelt wurde, lag umgekehrt bei den gelben Zellen die cellulare Beschaffenheit klar zu Tage, während man erst sehr spät auf den Gedanken kam, dass der Farbstoff ein Chromophyll, d. h. ein chlorophyllartiger Farbstoff, sein könne. Die gelben Zellen wurden zunächst als Pigmentzellen, in manchen Fällen auch als Leberzellen angesprochen; man hielt sie aber stets für selbstgebildete Teile der Tiere. Erst als Cienkowski (1871) die Zugehörigkeit der gelben Zellen zu den Radiolarien, in denen sie vorkommen, durch den Nachweis, dass sie im isolierten Zustande wochenlang weiter leben und sich durch Teilung noch vermehren, höchst unwahrscheinlich gemacht hatte, wurden immer mehr Gründe für die Algennatur der gelben Zellen durch O. u. R. Hertwig, den Verfasser und Geddes beigebracht und durch diese und andere Forscher die weite Verbreitung dieser Algen im Tierreiche gezeigt. Die gelben Zellen oder Zooxanthellen zeigen eine weit grössere Mannigfaltigkeit des Baues als die grünen Körper. Bei allen lässt sich aber ein Zellkern, gelbes oder braunes Chromophyll neben dem farblosen Protoplasma, ein oder mehrere, meist ausgehöhlte Körner eines Stärke-artigen Assimilationsproduktes und fast immer auch eine Cellulosemembran mit Sicherheit nachweisen. Ausserdem konnte ihre Selbständigkeit auch durch Kultur isolierter gelber Zellen dargethan werden. Sie gehen dabei entweder durch starke Verquellung der Zellmembran in einen Palmella-artigen Zustand über oder nehmen — bei Anwendung grösserer Wassermengen — die Form von Schwärmsporen an. Die weitere Entwickelung ist leider noch unbekannt, so dass es vorläufig auch nicht möglich ist, sie in einer der bekannten Gruppen von Algen unterzubringen.

»Gelbe Zellen« finden sich in der Klasse der Urtiere bei einigen Foraminiferen, Geissel- und Wimperinfusorien und bei den meisten Radiolarien, ferner bei einigen Schwämmen, zahlreichen Coelenteraten, und zwar sowohl bei Hydroidpolypen, Medusen und Ctenophoren, als bei Aktinien und Korallen, endlich noch bei einigen Echinodermen, Bryozoen, Strudelwürmern und sogar bei einem Borstenwurme (*Eunice*).

Ausser den grünen und gelben oder braunen Algen kommen endlich noch in der Klasse der Schwämme nach den Untersuchungen von Lieberkühn, Carter, F. E. Schulze, Semper, Marshall und mir auch blaugrüne und violette Fadenalgen, also Oscillarien und Florideen vor. Lieberkühn (1859) war auch, soweit bis jetzt festgestellt ist, der erste Forscher, welcher Algen in Tieren sicher nachwies. Er entdeckte in verschiedenen Schwämmen zwei neue Florideen, die N. Pringsheim als *Callithamnia* und *Polysiphonia* bestimmte. Lange vor ihm hatte zwar schon Bory de St. Vincent (1824) die kurze Angabe gemacht, dass die

Färbung von Spongillen durch eine Alge, *Anabaina impalpabilis*, bedingt wird und dass die Schwämme nur ergrünen, wenn *Anabaina* in der Nähe vorkommt. Da aber aus der dürftigen Notiz nicht zu ersehen ist, ob der Autor sich für seine Behauptung genügende Beweise verschafft habe, so wurde ihr nur wenig Beachtung geschenkt. Ähnlich erging es auch den Angaben einiger späterer Forscher über gelegentlich gemachte Funde von Algen in der einen oder der andern Tierspezies; ihre Mitteilungen wurden entweder nicht beachtet oder bald vergessen oder auch durch entgegengesetzte Behauptungen anderer abgeschwächt. Von allgemeiner Bedeutung wurden erst die zielbewussten Untersuchungen der letzten Jahre. Sie ergaben für Hunderte von Tierarten, die man bis dahin grossenteils für chlorophyllfreie gehalten hatte, dass sie zwar Chlorophyll enthalten, dass aber der grüne Farbstoff nicht von den Tieren selbst erzeugt ist, sondern eingewanderten Pflanzen, einzelligen Algen, sein Dasein verdankt. In Süsswassertieren sind bisher nur grüne, in Meerestieren ausserdem auch blaugrüne, rote, violette, gelbe und braune Algen aufgefunden worden.

Mit dem Vorhandensein oder Fehlen selbsterzeugten Chlorophylls schien ein ebenso wichtiger wie durchgreifender Unterschied zwischen Tieren und Pilzen einerseits und den Pflanzen anderseits gefunden und die Möglichkeit gegeben zu sein, in schwierigen Fällen zu entscheiden, ob ein Organismus zu den Tieren oder zu den Pflanzen gehört. Im letzten Jahre haben aber Engelmann für ein Glockentierchen (*Vorticella campanula*) und Klebs für eine Anzahl von unzweifelhaft tierischen Geisselinfusorien gezeigt, dass es echte Tiere gibt, die eigenes, an ihr lebendiges Körperplasma gebundenes, funktionierendes Chlorophyll besitzen. Das Vorhandensein von selbstgebildetem Chlorophyll ist allerdings in höherem Grade, als man früher glaubte, ein pflanzlicher Charakter; zur sicheren Grenzbestimmung zwischen Tier- und Pflanzenreich kann es aber ebensowenig wie irgend ein anderes Unterscheidungsmittel verwertet werden*. —

Es galt weiter festzustellen, wie sich die Algen in den Tieren verhalten und ob wirklich, wie man früher in betreff der grünen Körper glaubte, das in Tieren vorkommende Chlorophyll dieselbe wichtige Bedeutung für die Ernährung hat wie das pflanzliche Chlorophyll. Wie oben erwähnt, sind die Pflanzen im stande, vermöge ihrer Chlorophyllkörper bei Einwirkung von Sonnenlicht aus unorganischen Stoffen, wie Wasser, Kohlensäure u. s. w., organische Substanzen, besonders Stärke, zu bilden und Sauerstoff dabei auszuscheiden. Auch die in Tieren lebenden Algen können assimilieren, denn sie kommen nur in durchsichtigen Wassertieren vor und finden an ihrem Aufenthaltsort reichliche Mengen von

* In neuester Zeit ist von Macchiati, Mac Munn und Tschirch in grünen Insekten (Aphiden, Kanthariden), von Mac Munn auch in Lebern von Krebsen, Mollusken und Echinodermen „Chlorophyll“ gefunden worden. Die Angaben beruhen nur auf spektroskopischen Untersuchungen. Es ist unwahrscheinlich und bisher durchaus nicht bewiesen, dass es sich in einem dieser Fälle um lebendes und von den Tieren selbst erzeugtes Chlorophyll handelt, da keiner der Forscher die Art des Vorkommens und die Assimilationsfähigkeit des grünen Farbstoffes nachgewiesen hat.

Kohlensäure und Wasser. In der That bilden auch, wie man seit Jahren weiss, die gelben und grünen Algen ein Stärke-artiges Assimilationsprodukt, dessen Menge und Färbbarkeit mit Jod, wie ich neuerdings zeigte, von dem Grade der Belichtung abhängt. Ausserdem ist zuerst von Geddes, bald darauf auch von Engelmann und mir, der Nachweis geliefert worden, dass die algenführenden Tiere bei gehöriger Belichtung bedeutende Quantitäten Sauerstoff ausscheiden. Dadurch war es wahrscheinlich gemacht, dass die grünen und gelben Algen der Tiere ihren Bedarf an Nährmaterial selbst durch Assimilationsthätigkeit produzieren, und es ergab sich nun die weitere Frage, ob die Algen nur soviel Stoffe bilden, wie sie selbst brauchen, oder ob sie noch an ihre Wirte davon abliefern. Beobachtungen machen es wahrscheinlich, dass in gewissen Fällen die Algen ihre Wirttiere ernähren. Entz macht darauf aufmerksam, dass manche Wimperinfusorien, wie *Vorticella*, *Vaginicola*, *Stichotricha* u. s. w., und das Sonnentierchen *Acanthocystis* keine Nahrung mehr zu sich nehmen, wenn sie genügende Mengen grüner Algen beherbergen. Ich fand bei *Stentor* und anderen Wimperinfusorien dasselbe und konnte ausserdem bei koloniebildenden Radiolarien, wie *Collozoum* etc., konstatieren, dass dieselben nur im Jugendzustande, solange sie noch gar keine oder nur wenige gelbe Zellen enthalten, sich in animalischer Weise, d. h. durch Festhalten und Verdauen von anderen kleinen Organismen ernähren, während sie nach Einwanderung und reichlicher Vermehrung der gelben Zellen wenig oder gar keine festen Stoffe mehr aufnehmen, sondern sich augenscheinlich während der ganzen Dauer ihres späteren Lebens, sicher also mehrere Monate lang, allein von ihren gelben Zellen ernähren lassen. Anderseits gibt es allerdings sehr zahlreiche Tiere (Aktinien, Hydren, viele Infusorien u. s. w.), welche trotz reichlichen Besitzes von eingemieteten, lebenden Algen noch andere Organismen erbeuten und nach Möglichkeit verdauen; diese Fälle beweisen aber keineswegs, dass die Ernährung der Tiere nicht auch allein durch die Algen stattfinden könnte. Die Armpolypen z. B. verschlingen, nach Jickeli's Beobachtung, alles, was sie an entsprechender Nahrung erreichen können und fressen sich dabei häufig zu Tode. Wenn also algenführende Tiere noch Nahrung aufnehmen, so kann das auch aus Fresslust und nicht wegen Hunger geschehen.

Eine sichere Entscheidung der Frage, ob die Algen ihre Wirttiere ernähren können, ist überhaupt nicht durch Beobachtungen, sondern allein durch Experimente möglich. Zu den Versuchen in dieser Richtung wählte ich die Aktinien, die wegen ihrer ausserordentlichen Lebenszähigkeit ganz besonders geeignet erschienen. Die Experimente wurden in der Weise angestellt, dass einige Exemplare dem Lichte ausgesetzt, andere durch Überstülpen eines Holzkastens vollkommen dunkel gehalten wurden. Im ersteren Falle konnten die in den Tieren enthaltenen Algen assimilieren, im letzteren dagegen nicht. Im übrigen wurden die belichteten und die dunkel gehaltenen Tiere denselben Bedingungen unterworfen: sie befanden sich in sehr sorgfältig filtriertem Seewasser und erhielten mittelst der Spengelschen Durchlüftungsapparate grosse Mengen von Luft zugeführt. Da bei der Assimilationsthätigkeit der im Lichte befindlichen Exemplare

ausser Ernährungsmaterial auch Sauerstoff produziert wird, bei den dunkelgehaltenen dagegen weder das eine noch das andere, so wurden in einigen Fällen die dunkelgehaltenen Exemplare noch sehr viel stärker als die belichteten mit Luft versorgt; doch hatte diese Änderung des Experimentes gar keinen Einfluss auf die Lebensdauer der Versuchstiere. Das Wasser wurde ausserdem in sämtlichen Versuchsgläsern während der ersten Wochen jeden zweiten oder dritten Tag, später nach 8—10 Tagen durch frisches, mehrfach filtriertes Seewasser ersetzt. Unterliess man diese Vorsichtsmassregel, so konnte bei den dunkel gehaltenen Exemplaren durch das Auswerfen der abgestorbenen Algen das Wasser faulig werden und vermehrten sich bei den belichteten die ausgeworfenen lebenden Zooxanthellen so stark, dass sie bald die Glaswände mit einem dicken grünbraunen Überzug bedeckten, der das Licht absorbierte und die Assimilationsthätigkeit der in den Tieren befindlichen Algen schliesslich ganz unmöglich machte. Um ferner zu untersuchen, ob nicht der Aufenthalt im Finstern allein schon schädlich sei, wurden zwei Versuche angestellt. Es wurden mehrere Individuen von *Cerianthus membranaceus*, einer Aktinie, die gar keine Algen enthält, teils in vollständige Dunkelheit gebracht, teils aber auch gut belichtet. Dabei zeigte sich, dass (bei sonst gleichen Bedingungen) *Cerianthus* im Dunkeln ziemlich ebensolange wie im Lichte lebt. Alle Exemplare starben bei gänzlichem Ausschluss der Ernährung nach 3—4 Monaten. Ein anderer Versuch wurde mit algenführenden Exemplaren von *Aiptasia diaphana* in der Weise angestellt, dass einige Exemplare nur gerade so weit verdunkelt wurden, dass ihre gelben Zellen unmöglich assimilieren konnten. Nach achtwöchentlichem Aufenthalt im Halbdunkel waren die Exemplare vollkommen frei von gelben Zellen. Sie wurden nun dem Lichte gut exponiert; doch konnte dadurch der Tod ebensowenig aufgehalten werden wie bei den stets in völliger Dunkelheit gehaltenen Exemplaren. Nachdem durch diese Kontrollversuche festgestellt war, in welcher Weise Experimente anzustellen seien, bei denen die algenführenden Aktinien entweder ganz fasteten oder ausschliesslich von ihren Algen ernährt werden konnten und bei denen für alle Exemplare eine andere Todesursache als die mangelnde Ernährung ausgeschlossen war, begannen die eigentlichen Versuche. Dieselben wurden an verschiedenen algenführenden Aktinien mit allen Vorsichtsmassregeln angestellt. Stets wurde gut filtriertes, frisches Meerwasser, das häufig erneuert wurde, angewendet, und reichlich Luft zugeführt.

1) Von 12 gleichen Exemplaren der *Aiptasia diaphana* wurden 5 gut belichtet, die anderen 7 im Dunkeln gehalten. Letztere besassen nach 2 Monaten gar keine gelben Zellen mehr und starben sämtlich nach $2\frac{1}{2}$ bis 6 Monaten. Sie schrumpften allmählich zusammen, stülpten sich, als sie etwa zur Grösse eines Stecknadelknopfes reduziert waren, um und zerfielen schliesslich zu einem Klümpchen, das aus den Hüllen zahlloser Nesselkapselzellen und krümeligem Detritus bestand. Der Hungertod fand bei *Aiptasia* stets in derselben Weise statt. Von den 7 belichteten Aiptasien starben 2 im achten, eine dritte im zehnten Monat, während die beiden letzten noch nach 12 Monaten vollkommen normal waren.

2) Dasselbe Resultat ergab der entsprechende Versuch mit *Anthea cereus* var. *smaragdina*. Zwei belichtete Exemplare lebten noch nach 11 Monaten, während 2 dunkel gehaltene Individuen nach 8 bis $8^1/_2$ Monaten starben, und zwar unter ähnlichen Erscheinungen wie verhungernde Aiptasien.

3) Am auffälligsten war der Erfolg des Experimentes bei *Cereactis aurantiaca*. Zwei Exemplare, die durch mehrwöchentlichen Aufenthalt in einem ungenügend belichteten Becken ihre gelben Zellen vollkommen eingebüsst hatten, wurden in filtriertes Wasser gesetzt. Sie starben trotz genügender Belichtung und reichlichster Luftzufuhr unter allmählicher Verkleinerung schon nach 3, bez. 4 Wochen. Dagegen lebten 2 Exemplare, die aus einem gut belichteten Becken genommen waren und zahllose gelbe Zellen enthielten, mehr als 7 Monate in filtriertem Wasser. Als der Versuch im Anfang des achten Monats durch ein Versehen abgebrochen wurde, waren beide noch vollkommen lebenskräftig.

4) Ein anderer Versuch wurde mit einigen Exemplaren von *Anthea cereus* var. *plumosa*, die nach monatelangem Aufenthalt in einem schwach belichteten Aquarium sich allmählich völlig ihrer gelben Zellen entledigt hatten, in der Weise angestellt, dass alle 5 Tiere in filtriertem Wasser dem Lichte ausgesetzt, aber nur 2 derselben mit kleinen Fischstückchen gefüttert wurden. Diese besonders gefütterten Exemplare lebten noch nach 4 Monaten, während die 3 hungernden Individuen nach 3 bis 8 Wochen unter allmählicher Reduktion starben.

Früher hatte ich bereits festgestellt, dass grüne Spongillen bei Belichtung monatelang von Wasser und Luft zu leben vermögen und dass auch *Hydra viridis* 4 bis 5 Wochen in belichtetem filtriertem Wasser leben kann. Ferner gibt Geddes an, dass grüne Meeresplanarien im Dunkeln sämtlich in 2 bis 4 Tagen starben, während andere, die dem diffusen Lichte exponiert waren, mindestens 2 Wochen lebten. Ausserdem hat v. Graff konstatiert, dass grüne Exemplare von *Vortex viridis* im Dunkeln nach 7 Tagen farblos werden und nach 18 Tagen sämtlich zu Grunde gehen, dass dagegen im Lichte gehaltene Convoluten 4 bis 5 Wochen lang hungern können. Endlich ist es mir auch gelungen, koloniebildende Radiolarien wochenlang in filtriertem Wasser und bei genügendem Luftzutritt am Leben zu erhalten. Zwei Exemplare von *Sphaerozoum punctatum* lebten $5^1/_2$ bez. 6 Wochen in einem Glasgefässe, das bis zur Hälfte mit filtriertem Seewasser gefüllt und dann gut verschlossen war. Um Erschütterungen zu vermeiden, wurde das Wasser nicht, wie bei den Versuchen mit Aktinien, durchlüftet. Nach Ablauf der angegebenen Zeit gingen die beiden Kolonien nicht etwa zu Grunde, sondern zerfielen in normale Kristallschwärmer.

In den mitgeteilten 4 Experimenten an algenführenden Aktinien blieben die Tiere am Leben, wenn ihren gelben Zellen Gelegenheit zur Assimilationsthätigkeit geboten wurde; sie starben, wenn die Assimilationsthätigkeit ihrer eingemieteten Algen verhindert wurde. Da durch verschiedene Versuche festgestellt war, dass bei der von mir gewählten Versuchsanordnung der Tod weder infolge von Sauerstoffmangel noch durch Verunreinigungen des Wassers herbeigeführt sein konnte, und da ich mich

ausserdem davon überzeugt hatte, dass der Aufenthalt im Dunkeln oder im Halbdunkel den Aktinien im allgemeinen nicht schädlich ist, so bleibt nur eine Erklärung für die allmähliche Verkümmerung und das schliessliche Absterben der dunkel gehaltenen Aktinien: die gänzlich ausgeschlossene Ernährung. Der Tod trat dagegen nicht oder erst viel später ein, wenn man entweder durch Belichtung den Algen die Möglichkeit gewährte, Nährstoffe zu bereiten, oder wenn man die Tiere in rein animalischer Weise ernährte. Die allmähliche Verringerung der Körpermasse, welche ich bei Hydren, Antheen und Aiptasien beobachtete, wenn dieselben ausschliesslich auf die Ernährung seitens ihrer Algen angewiesen waren, scheint aber darauf hinzuweisen, dass diese Tiere nicht dauernd auf jede Fleischnahrung verzichten können. Radiolarien dagegen, ebenso wohl auch viele Süsswasserprotozoen, kommen vollständig mit dem von ihren eingemieteten Algen gelieferten Nährmaterial aus. —

Über die Art und Weise, wie die Algen zur Ernährung ihrer Wirttiere beitragen, liegen zwei verschiedene Ansichten vor. Geza Entz beobachtete, dass bei Hydren und Infusorien die grünen Körper selbst dem Tiere zu Nahrung dienen können, während ich mich bei Radiolarien bestimmt davon überzeugen konnte, dass von den gelben Zellen im Überfluss produzierte Stoffe von den Tieren weiter verarbeitet und verwertet werden. Im ersten Falle gehen die Algen zu Grunde, im letzteren bleiben sie am Leben. Der zweite Modus scheint viel häufiger vorzukommen als der erste. Man kann sich davon überzeugen, dass die gelben und grünen Algen vortrefflich im Tiere gedeihen und sich durch Teilung vermehren, und dass bei Aktinien immer nach Verlauf einiger Tage grössere Klumpen gelber Zellen lebend ausgeworfen werden, die sich im freien Wasser noch weiter vermehren und die belichtete Wand des Glasgefässes mit einer braunen Schicht bedecken. Ferner findet man nur bei sehr jungen Radiolarienkolonien, die nur wenige gelbe Zellen enthalten und sich noch durch Festhalten und Verdauen von Fremdkörpern ernähren, zuweilen einige der Algen in Zerfall begriffen, während die älteren Kolonien nur zahlreiche intakte gelbe Zellen beherbergen. Auch in anderen algenführenden Tieren begegnet man nur höchst selten gelben Zellen, die der Verdauung unterworfen zu sein scheinen. Einen Beweis dafür, dass die Wirttiere die Assimilationsprodukte, welche ihre Algen im Überfluss bei Belichtung liefern, sich nutzbar machen, die Algen aber am Leben lassen, sehe ich in folgender Beobachtung: Bei koloniebildenden Radiolarien fand ich nach Jodbehandlung zu wiederholten Malen zahlreiche kleine Stärkekörnchen im Protoplasma des Tieres. Sie kamen besonders häufig an der äusseren Oberfläche der gelben Zellen und in der Nähe vollkommen unversehrter gelber Zellen vor und stimmten in Form, Grösse und Mangel der Doppelbrechung so vollkommen mit den innerhalb der gelben Zellen nach Belichtung vorhandenen kleinen Stärkekörnchen überein, dass sie nur als freigewordene Assimilationsprodukte der gelben Zellen aufgefasst werden können. Auch bei Akanthometren konnte ich in unmittelbarer Nähe vollkommen normaler gelber Zellen solche Stärkekörnchen auffinden, dagegen vermisste ich dieselben stets in algenfreien Exemplaren. Endlich habe ich bei *Collozoum* und *Sphaerozoum* wiederholt nach Jodbehandlung

grosse, blassviolette Flecke in der extracapsularen Sarkode bemerkt, welche wohl halbverdaute Stärke darstellen.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen geht hervor, dass die Assimilationsprodukte der lebenden gelben Zellen den Tieren teilweise zu gute kommen und dass die Algen so ihre Wirte ernähren können. In dieser Hinsicht zeigt die Symbiose von Algen und Tieren grosse Ähnlichkeit mit dem Zusammenleben von Algen und Pilzen zu den sogenannten Flechten. Auch bei den Flechten liefern die Algen für die auf ihnen schmarotzenden Pilze das Nährmaterial. Die Algen erzeugen aus anorganischen Stoffen, bei deren Zuführung ihre Schmarotzer behilflich sind, organische Substanzen, und die Pilze verbrauchen davon. In beiden Genossenschaftsverhältnissen, sowohl bei den Flechten als bei den mit Algen vergesellschafteten Tieren, erscheinen die Algen wie Gewebsteile der Flechten bez. Tiere und entsprechen in ihrer Hauptfunktion den Chlorophyllkörpern der Pflanzen.

Die meisten Forscher, welche sich bisher mit der Symbiose von Algen und Tieren beschäftigt haben, sehen den wesentlichsten Vorteil der Algen für die Wirttiere in der Produktion von Sauerstoff, und Geddes sucht das sogar zu beweisen. Wie in einem früheren Hefte des »Kosmos« (6. Jahrgang, Bd. 11, p. 223) ausführlicher besprochen ist, fand er, dass Algen, wie *Ulva*, *Haliseris* und Diatomeen, mehr Sauerstoff entwickeln als algenführende Tiere. Daraus kann man aber nicht mit Geddes folgern, dass die Differenz beim Passieren des Tierkörpers verbraucht und dem Wirte zu gute gekommen ist. Die Gesamtmenge des Chlorophylls, welches Aktinien und andere algenführende Tiere in ihren gelben Zellen besitzen, ist stets erheblich geringer als die in freilebenden Algen. Es ist daher ganz natürlich, dass die algenführenden Tiere weniger Sauerstoff ausscheiden als die Algen, ebenso wie es nicht auffallend ist, dass z. B. Diatomeen weniger Sauerstoff produzieren als Ulven. Obwohl bei den Diatomeen und den Ulven die Differenz der Menge des produzierten Sauerstoffes viel bedeutender ist, als zwischen algenführenden Tieren und freien Algen, so wird man doch nicht behaupten können, dass die Diatomeen mehr Sauerstoff verbrauchen als die Ulven. Auch die anderen Beweise sind nicht stichhaltig. So ist z. B. die Behauptung entschieden unrichtig, dass die algenführenden Tiere besser als die verwandten algenfreien Spezies in schlechtem Wasser zu leben vermögen. Bei zahlreichen Versuchen, welche ich in dieser Hinsicht anstellte, ergab sich, dass von den Aktinien gerade *Anthea cereus* var. *plumosa*, die nach Behauptung von Geddes am meisten gelbe Zellen von allen Aktinien enthalten soll, beim Verderben des Wassers zuerst stirbt, während die gänzlich algenfreien Arten *Bunodes* und *Actinia mesembryanthemum* kaum durch Ausfaulen des Wassers zu töten sind. Geddes' weitere Angabe, dass von den Medusen die algenführende *Cassiopea* wochenlang, die algenfreie *Pelagia* aber nur einen oder höchstens zwei Tage im Aquarium leben, ist ebenfalls unrichtig. Zwischen der Lebenszähigkeit der beiden Quallen ist kein nennenswerter Unterschied vorhanden. Endlich glaubt Geddes noch durch eine Beobachtung an *Anthea* zeigen zu können, dass den algenführenden Tieren die Sauerstoffproduktion seitens ihrer eingemieteten Algen nützlich und

angenehm sei. Er beobachtete, dass die Antheen im Sonnenlichte ihre Tentakel schwingen, »wie wenn sie angenehm erregt würden, von dem in ihren Geweben entwickelten Sauerstoff.« Man könnte gewiss mit demselben Rechte das Gegenteil behaupten und die Bewegung der Tentakel für Unlust und die Ruhe für Behagen deuten. Versuche zeigen auch, dass die letztere Auffassung berechtigter ist, denn die Erregung ist weder eine Folge der Lichtwirkung, noch ist sie angenehmer Natur. Die lebhaften Bewegungen, welche Aktinien bei direkter Belichtung ausführen, haben vielmehr in der zu starken Erwärmung des Wassers ihre Ursache. Sie finden sowohl bei algenführenden wie bei algenfreien Exemplaren von *Anthea* u. s. w. statt, und es ist dabei vollkommen gleichgültig, ob man die Temperaturerhöhung durch Einwirkung direkten Sonnenlichtes oder unter möglichstem Lichtabschluss auf dem Wasserbade geschehen lässt.

Ebenso unbegründet ist die weitere Behauptung, dass den Tieren nur geringe Sauerstoffentwickelung angenehm, starke oder lange fortgesetzte dagegen lebensgefährlich sei. Zum Beweise führt Geddes an, dass Aktinien ein »dunkles ungesundes Ansehen« bekommen, wenn sie einen ganzen Tag lang der Einwirkung direkten Sonnenlichts ausgesetzt gewesen sind, und dass Radiolarien in derselben Zeit getötet werden. Damit sei auch die eigentümliche Lebensweise der Radiolarien erklärt. Sie verlassen angeblich früh morgens die Oberfläche des Meeres und sinken in dunklere Tiefen, um allzuschneller Sauerstoffproduktion seitens ihrer gelben Zellen vorzubeugen. Das Untersinken sei noch dadurch begünstigt, dass durch die in den gelben Zellen erzeugten Stärkemassen das spezifische Gewicht vermehrt wird. Dagegen ist einzuwenden, dass die Radiolarien überhaupt gar nicht das Licht fliehen, sondern im grellsten Sonnenschein zu Tausenden an der Meeresoberfläche zu finden sind. Weder das Licht noch die Sauerstoffproduktion üben, wie Versuche sofort lehren, einen ungünstigen Einfluss auf die Radiolarien aus. Wenn man die Erwärmung ausschliesst, kann man sie stundenlang dem direkten Sonnenlicht aussetzen, ohne dass sie — trotz reichlicher Sauerstoffentwickelung und Stärkeproduktion — irgend welche Neigung zum Untersinken verraten. Auch das »ungesunde Ansehen« der Antheen hat infolge unrichtiger Versuchsanordnung nur in der zu starken Erwärmung des Wassers seinen Grund. Es ist also weder ein angenehmer und vorteilhafter, noch ein todbringender Einfluss des von den Algen entwickelten Sauerstoffes bei den Tieren nachzuweisen.

Alle bis jetzt bekannten algenführenden Tiere leben in sauerstoffreichem Wasser, oft aber unter Bedingungen, in welchen sie wenig Gelegenheit haben, sich nach Art von Tieren durch Aufnahme und Verdauung von anderen Lebewesen zu ernähren. So finden sich z. B. die gelben Zellen vorzugsweise in festsitzenden oder in flottierenden pelagischen Tieren, die nicht im stande sind, ihre Beute zu verfolgen. Ähnlich ist das Verhältnis bei den Flechten. Sauerstoff finden die Pilze da, wo sie mit Algen zu Flechten vereinigt sind, in mehr als hinreichender Menge. Da sie sich aber nicht, wie die chlorophyllhaltigen Pflanzen, selbst organische Stoffe zu bereiten vermögen und an nackten Felswänden

weder zu parasitischer noch zu saprophytischer Ernährungsweise Gelegenheit haben, so sind sie ganz auf die Assimilationsthätigkeit ihrer Algengenossen angewiesen. Bei den Flechten sowohl als bei den algenführenden Tieren besteht die hauptsächlichste Bedeutung der Algen in der Lieferung von Nährstoffen. Ausserdem kommt auch, wie zuerst v. Graff ausgesprochen hat, in vielen Fällen die durch die Algen hervorgerufene grüne Färbung als Schutzfärbung dem Wirte zu gute. Dagegen ist die Ansicht, dass eine wesentliche oder sogar die hauptsächlichste Bedeutung der Algen für die Wirttiere in der Sauerstoffentwickelung und der dadurch bedingten »günstigen Gewebsrespiration« beruhe, ungerechtfertigt.

Über den Bau der Kometen.*

Von

L. Zehnder (Basel).

(Mit 5 Holzschnitten.)

Die rätselhaftesten Gebilde unseres Sonnensystems sind unzweifelhaft die Kometen; über ihre Natur ist sozusagen gar nichts bekannt. Das wenige Gewisse, das uns die neuesten genaueren Beobachtungen und die Spektralanalyse an die Hand geben, hat nur zu gewagten Spekulationen und zu seltsamen, unglaubwürdigen Hypothesen Anlass gegeben. Eine richtige und unanfechtbare Vorstellung von der Zusammensetzung der Kometen ist bisher nicht veröffentlicht worden.

Die gegenwärtig von den meisten Astronomen adoptierte Anschauung ist in kurzen Zügen folgende (nach Olbers, Bessel, Zöllner, Siemens u. a.):

Der Kopf des Kometen besteht aus einer wolkenartigen Ansamm-

* Bemerkung der Redaktion. Wir verhehlen uns nicht, dass die in vorstehender Arbeit ausgesprochenen Ansichten zu mancherlei Bedenken Anlass geben mögen. Dabei scheint sie uns aber zugleich einige sehr beachtenswerte Ideen zu enthalten, unter denen besonders darauf hingewiesen sei, dass in rascher Bewegung befindliche Himmelskörper von sehr grossen Dimensionen unserem Auge eine andere Gestalt darbieten müssen, als sie wirklich besitzen. Aus diesem Grunde haben wir uns zur Aufnahme der ein so bedeutsames Thema behandelnden Arbeit entschlossen, müssen aber natürlich dem Verfasser die volle Verantwortlichkeit auch für seine thatsächlichen Angaben und Berechnungen überlassen.

lung von Meteoriden, der Kern ist der dichtere, die Coma der den Kern umhüllende weniger dichte Teil dieser Wolke. Der ganze Komet wird von der Sonne angezogen und gehorcht den Gesetzen der Gravitation, genau wie die übrigen Sonnentrabanten. Wenn nun der Komet in die Nähe der Sonne gelangt, so tritt entsprechende Erwärmung seines Kopfes ein. Ein grosser Teil der Masse verdunstet, erhält eine der Sonnen-Elektrizität gleiche Elektrizität, wird infolge dessen von der Sonne abgestossen und erscheint uns als Kometenschweif. Je näher der Komet der Sonne steht, um so stärker ist die Verdunstung, um so grösser auch die elektrische Abstossung: es wird also in der Sonnennähe der Kometenschweif am glanzvollsten erscheinen müssen. Aus der abstossenden Wirkung der Sonne ergibt sich, dass der Schweif immer vom Kern aus anfangend, der Sonne entgegengesetzt gerichtet erscheinen muss.

Wenn unser Jahrhundert schon vielfach das elektrische genannt wurde, so hat dies allerdings gute Gründe. Ausserordentlich viel ist in den letzten Jahren und Jahrzehnten im elektrischen Gebiete geleistet worden. Dass aber für alle Naturerscheinungen, die man noch auf keine andere Weise erklären kann, die Elektrizität herhalten muss und dass man derselben gar noch Kräfte zuschreibt, deren Vorhandensein allen unsern bekannten und bewährten physikalischen Gesetzen geradezu Hohn sprechen würde, das scheint mir in der That höchst ungerechtfertigt. Die Elektrizität hat ihre ungeheure Wichtigkeit, das ist gewiss, allein ihre Bedeutung überschätzen ist gerade so fehlerhaft wie sie unterschätzen.

In meiner Abhandlung in Dingler's polytechn. Journal 1883 Bd. 249 S. 395 ff. über die atmosphärische Elektrizität habe ich vorläufig nur durch Aufdecken von Widersprüchen und Verstössen gegen bewährte physikalische Gesetze gezeigt, dass die oben angedeutete Annahme einer Sonnen-Elektrizität von ungeheurer Spannung eine durchaus unrichtige sein muss, nähere Untersuchungen über die notwendige Beschaffenheit der Sonnenoberfläche einer spätern Arbeit überlassend. Mit demselben Rechte frage ich die Urheber der elektrischen Kometentheorie, wie sich auf den Kometen nur die der Sonnenelektrizität gleiche Elektrizität bilden soll, ohne die entgegengesetzte? Es wird hierfür nie ein stichhaltiger Grund erfindbar sein, wenn nicht unsere ganze jetzige Elektrizitätslehre völlig umgestossen wird. Aber noch viele andere Einwände bieten jener Theorie unübersteigliche Schwierigkeiten: Die Sonne soll z. B. von ihrem ungeheuren Vorrat von Elektrizität den Planeten und Kometen abgeben, indem die letztere ähnlich wie das Licht in den Raum ausströmt und so jene Trabanten trifft? Auf unserer Erde sind die Kraftäusserungen dieser Sonnenelektrizität auch mit unseren empfindlichsten Apparaten unmessbar. Wir drehen uns auf unserer Erdkugel herum, sind mittags der Sonne zu, nachts von ihr abgewandt, ohne eine Spur von der ungeheuren elektrischen Wirkung der Sonnenelektrizität zu empfinden, während ein Komet, welcher z. B. viermal weiter als die Erde von der Sonne entfernt ist, so sehr von der Sonne influiert werde, dass die den Schweif bildenden Teilchen mit ganz unbegreiflicher Geschwindigkeit vom Kopfe weggetrieben werden, ziemlich in der der Sonne entgegengesetzten

Richtung! — Sein Kopf selbst werde hingegen weder angezogen noch abgestossen von diesen elektrischen Kräften! Ganz besonders bei der Sonnennähe müsste die abstossende Kraft der Sonne eine unglaublich grosse sein, wenn sie im stande sein sollte, die Kometenmaterie direkt vom Kometenkopf aus in der angenähert der Sonne entgegengesetzten Richtung abzustossen. Wenn irgendwelche Materie in dieser Weise abgestossen würde, so müsste bei ihrer Entwickelung aus dem Kometenkopfe ihre Anfangsgeschwindigkeit (in Beziehung auf den bewegten Kometenkopf als Ausgangspunkt) gleich Null sein und sie würde progressiv mit dem durchlaufenen Wege anwachsen. Der beschriebene Weg der Materie, welche den sichtbaren Schweif darstellt, müsste also im Zentrum des Kometenkopfes die Kometenbahn tangieren, nicht nahezu senkrecht auf ihr stehen. Gesteht man jener elektrischen abstossenden Kraft die grösste von uns beobachtete beschleunigende Wirkung zu, infolge deren die Kometenmasse allmählich eine Geschwindigkeit von einigen hundert Kilometern per Sekunde annähme, so würde trotz alledem die Schweifkurve sehr deutlich mit der Bahn die gleiche Tangente besitzen und nur allmählich in grosser Kurve eine der Richtung zur Sonne direkt entgegengesetzte Richtung einschlagen. Mit keiner nur denkbaren Geschwindigkeit irgend einer Materie gelangen wir zu einem genügenden Resultate und müssen ausserdem noch bedenken, dass eine so leichte, dünne und durchsichtige Masse, wie die Kometenmasse sein soll, in ihrer Geschwindigkeit gewiss viel mehr begrenzt sein muss als die feste Planetenmasse, weil vermutlich der Äther, das widerstehende Mittel, ihr grössere Hindernisse bietet als den gewichtigen festen Körpern.

Manche Kometen-Beobachter wie Halley, Donati und viele andere wollen gesehen haben, dass sich aus den Kometenkernen eine gasartige Masse entwickelte, die sich zuerst in der Richtung gegen die Sonne bewegte, nachher sich umwandte und in den Schweif überging, also direkt von der Sonne sich entfernte. Bei diesen Kometen wäre also die Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit der ausströmenden Materie gegeben. Die elektrische Masse müsste sich mit plötzlich eintretender ungeheurer Geschwindigkeit vom Kopf losgelöst und gegen die Sonne bewegt haben. Ihre Geschwindigkeit würde abnehmen, nahezu auf Null heruntersinken und müsste in entgegengesetzter Richtung wieder so schnell anwachsen, dass die Materie bei ihrer Rückkehr den Kometen noch an der nämlichen Stelle anträfe, an welcher sie ihn verlassen. Die Masse würde sich hierauf zu beiden Seiten des Kopfes an demselben gleichmässig vorbeibewegen, um in den Schweif überzugehen. An diesem Beispiel lässt sich am besten nachweisen, dass jene Ausströmungshypothese elektrischer Materie zu ganz unmöglichen Geschwindigkeiten führt. Nehmen wir an, der Weg, den die elektrische Materie vom Kopfmittelpunkte aus gegen die Sonne zurückzulegen hätte, betrage 10 000 km und ebensoviel der Rückweg bis zur Mittellinie der Kometenbahn. Weniger als so viel können wir nicht wohl annehmen, wenn ein wirkliches Ausströmen sichtbar gewesen sein soll. Ferner habe der Kometenkern 1200 km, die Coma dagegen einen Durchmesser von 20 000 km, die Kometen-Geschwindigkeit sei 100 km per Sekunde. Wenn die Materie nun 10 000

km gegen die Sonne und einen gleichen Rückweg durcheilt hat, so darf der Kometenkopf-Mittelpunkt noch nicht um $^1/_{50}$ seines Durchmessers = 400 km fortgeschritten sein, denn bei einer so grossen Ortsveränderung würde die eine Hälfte der Coma nur 9000, die andere aber 9800 km breit sein (Fig. 1), also nahezu 10 % breiter hinter dem Kometen (in seiner Bahnrichtung) als vor demselben, welche Differenz unfehlbar auffallen müsste. 400 km werden aber vom Kometen in 4 Sekunden zurückgelegt. Die elektrische Materie müsste also in 4 Sekunden den Weg von 10 000 gegen die Sonne und 10 000 zurück = 20 000 km zurücklegen, also 20 000 : 4 = 5000 km mittlere Geschwindigkeit per Sekunde haben, ein Wert, von welchem die grösste uns bekannte Geschwindigkeit wirklicher Materie nur ungefähr den zehnten Teil ausmacht, ganz abgesehen von dem bei weitem grösseren Geschwindigkeitsmaximum, welches erreicht werden muss, weil während verhältnismässig langer Zeit

Fig. 1.

am Anfange der Bewegung und bei der Umkehr in die entgegengesetzte Richtung die Geschwindigkeit = 0 ist. Man wird hier vielleicht einwenden, ein Widerstand des Äthers sei absolut nicht möglich und nicht nachgewiesen. Infolge dessen müsse die elektrische Materie ausser der oben betrachteten Bewegung sich noch mit der Geschwindigkeit des Kometen selbst in der Richtung seiner Bahn bewegen. Unter Zugrundelegung dieser Ansicht wollen wir die mittlere Geschwindigkeit berechnen, welche jener elektrischen Materie innewohnen müsste, damit sie einen Kometenschweif in annähernd der Sonne entgegengesetzter Richtung bilden könnte. Würde die Mittellinie des Schweifes mit der Verbindungslinie von Sonne und Kometenkopf den Winkel α bilden, so wäre ungefähr cotangens α gleich dem Verhältnis der gesuchten Geschwindigkeit der elektrischen Kometen-Materie zur Kometen-Geschwindigkeit, welche wir wie oben = 100 km per Sekunde annehmen wollen.

Es ist nun annähernd

				km per Sekunde
für $\alpha = 14^0$	cotg $\alpha =$	4	also Geschw. der elektr. Materie =	$4 \times 100 =$ 400
7^0	„ =	8	=	$8 \times 100 =$ 800
3^0	„ =	19	=	$19 \times 100 =$ 1900
2^0	„ =	29	=	$29 \times 100 =$ 2900
1^0	„ =	57	=	$57 \times 100 =$ 5700
$^1/_2{}^0$	„ =	115	=	$115 \times 100 =$ 11500
$^1/_6{}^0$	„ =	344	=	$344 \times 100 =$ 34400

Wie oben angedeutet ist die grösste wahrscheinliche, uns bekannte Geschwindigkeit wirklicher Materie ca. 570 km per Sekunde, es würde aber die Bedingung, dass der Kometenschweif sich nur um einen Winkel von 7^0 von der genauen Sonnenrichtung abwenden dürfe, schon auf 800 km, noch kleinere Winkel und grössere Kometengeschwindigkeiten, z. B. 570 km per Sekunde, progressiv auf ganz ungeheure Geschwindigkeiten führen, auf Werte, die nach unseren Begriffen nur von materielosen Erscheinungen wie Licht und Elektrizität erreicht werden.

Weil die erwähnte elektrische Materie überhaupt so grosse Geschwindigkeiten schon im Momente ihres Entstehens aufweisen müsste, dass unsere intensivsten Explosionen nur ein Kinderspiel dagegen wären, so müsste auch die Repulsivkraft dieser Materie gegen den Kometenkopf während des Ausströmens gegen die Sonne hin eine ungeheure sein, die noch unterstützt würde durch die elektrisch abstossenden Kräfte von Sonne und Kometenkopf, welche beide Körper gleichartige Elektrizitäten entwickeln sollen. Alle diese Kräfte dürften nicht im stande sein, den Kometen in irgendwelcher Weise aus seiner durch die Gravitation vorgeschriebenen Bahn zu heben. Und doch könnte gewiss die Wirkung jener Repulsivkraft der ausströmenden Materie auf den Kometenkopf keine untergeordnete sein, wenn man in Betracht zieht, dass die Schweifmaterie oft einen Millionen und Billionen mal grösseren Kubikinhalt besitzt, als der Kometenkopf selbst.

Die Annahme einer zu geringen Dichtigkeit des Schweifes schliesst dessen Sichtbarkeit für uns völlig aus. Wenn man aber auch über alles irgendwie Vorstellbare hinausgeht, so muss doch die Gesamtmasse des Schweifes zur Masse des Kopfes in einem Verhältnis stehen, das sehr fühlbare Kraftäusserungen notwendig macht und das auch unbedingt dem Kometen nur ein Bestehen von einigen Stunden gestatten könnte. Nach dieser Zeit müsste die gesamte Kometenmasse verdunstet und in den Weltraum zerstoben sein.

Man sieht aus diesen Erörterungen, dass wir bei näherer Betrachtung zu Werten gelangen, von denen wir uns absolut keine Vorstellung mehr machen können. Es bleibt nur übrig einzuwenden, die Kometenmasse habe eben auf der Erde gar kein Analogon: infolge dessen sei es unmöglich, sich die Vorgänge vorzustellen. Aller Wahrscheinlichkeit nach und allen Beobachtungen am besten entsprechend geschehe eben die Ausströmung wie beschrieben und es werden sich wohl nie bessere Erklärungen vorbringen lassen.

Die Kometenmasse sei unglaublich gering, die elektrische Materie des Schweifes, welche dem Kopf entströmt, soll wiederum im Vergleich

zur Kometenkernmasse selbst von unglaublich geringer Dichtigkeit sein und doch müsste sich diese Materie später in so unermesslicher Weise verdichten, dass sich Meteoriden bilden, bestehend aus Eisen, Gesteinen etc. etc., welche ziemlich häufig die Bahn unserer Erde kreuzen und infolge dessen sich auf dieselbe stürzen. Die elektrische Repulsivkraft des Kometenkopfes auf die Kometenmasse wird unglaublich gross angenommen, dieselbe Repulsivkraft von der Sonne aus desgleichen. Umgekehrt sei die Reaktion der Schweifmaterie auf den Kometenkopf gleich Null und die Wirkung der Sonne auf den Kometenkopf von ganz verschwindendem Einfluss, während doch Kometenkopf und Sonne ungeheure Ladungen gleichartiger Elektrizität haben müssten. Wiederum wäre aber die Geschwindigkeit, mit welcher die elektrische Kometenmaterie in den Weltraum hinausgeschleudert würde, eine so ungeheure, dass sie an diejenige des Lichtes grenzen müsste.

Für manchen beneidenswert ist derjenige, welcher alles dieses Unglaubliche gläubig annimmt und sich damit tröstet, man kenne eben hier auf der Erde kein Analogon für die Kometenmaterie. Noch glücklicher, wer diese Werte so zu kombinieren vermag, dass sich alles zu einem harmonischen Ganzen gestaltet. Wahrhaftig! Mir ist solches nicht möglich und ich begreife auch niemals, wie man bei solchen kläglichen Resultaten in grösster Gemütsruhe und Genügsamkeit stehen bleiben konnte, anstatt fortwährend neue Gesichtspunkte aufzudecken und sein möglichstes zur Aufklärung dieser glanzvollen und doch in ihrem Wesen noch so unergründeten Erscheinungen beizutragen.

Licht in diese Kometenerscheinungen zu bringen, soll meine jetzige Aufgabe sein und zwar nicht bildliches, sondern wirkliches Licht. Wir kennen die Geschwindigkeit des Lichtes; sie ist ungefähr 300 000 km per Sekunde, ein Wert, mit welchem die Geschwindigkeit der Kometenschweifmaterie vergleichbar wird. Wir kennen die Kometenmaterie: Es ist die Materie der Meteore und Aerolithen, allgemein der Meteoriden. Wir wissen ferner, dass die Masse des Kometenkopfes weder gasförmig noch flüssig, noch auch fest sein kann und dennoch durch starke Kräfte verbunden zu sein scheint. Das Kometenspektrum lässt auf vorhandene feste Materie mit reflektiertem Licht und auch auf selbstleuchtende Gase schliessen. Es ist sogar bereits die bestimmte Vermutung ausgesprochen worden und hat sehr vielfachen Anklang gefunden, die teleskopischen Kometen (ohne Schweif) bestehen aus einer ausserordentlich grossen Anzahl diskreter Teilchen, weil die Sterne ohne Lichtbrechung, also ohne scheinbare Ortsveränderung sogar durch den Kometenkern hindurch gesehen werden können. Mehr zu wissen haben wir vorderhand nicht nötig, denn sehr vieles lässt sich durch richtige Kombinationen und Reflexionen aus obigem ableiten.

Gehen wir von dem vollständigen Sonnensystem aus: Der Zentralkörper (die Sonne) sei unbeweglich. Um denselben drehen sich in nahezu kreisförmigen Bahnen die Planeten und Planetoiden, deren sämtliche Bahnen mit der Ekliptik nahe zusammenfallen. Quer durch die Ekliptik gravitieren eine Anzahl von Kometen und Meteoridenschwärmen in lang-

gestreckten Ellipsen ebenfalls um die Sonne. Dieses System lassen wir nun in Gedanken folgende Veränderungen durchmachen:

Sämtliche Planetenmasse denke man sich nicht in Gestalt von wenigen Kugeln um die Sonne kreisend, sondern in Form von unzähligen Planetoiden, welche in der ganzen Ekliptik ungefähr gleichmässig verteilt sind. — Die bestehenden Planetoiden beweisen, dass das Sonnensystem diese Form haben könnte, wenn die Bedingungen zur Planetenbildung andere gewesen wären. — Es bestehe auch der Zentralkörper nicht aus einer einzigen grossen Kugel, sondern aus einer sehr grossen Zahl kleinerer Körper, deren Gesamtmasse gleich der Masse des Zentralkörpers ist. Gibt man allen diesen Körpern eine Revolutionsbewegung in der Ekliptik um den Mittel- und Schwerpunkt ihrer ganzen Masse, in welchem Mittelpunkt sich eine verhältnismässig etwas grössere Kugel befinden mag, so hat diese Veränderung resp. die Zerteilung des Zentralkörpers in ausserordentlich viele kleinere Zentralkörperchen auf die ausserhalb befindlichen Planetoiden sozusagen absolut keinen Einfluss. Nach diesen Veränderungen besitzen wir nun folgendes System:

Um eine ganz kleine Zentralsonne kreisen sehr viele noch kleinere Zentralkörper ziemlich nahe beisammen, so dass sie von weitem betrachtet das Aussehen eines zusammenhängenden Körpers haben können. Ihre Gesamtmasse und also die Wirkung nach aussen ist diejenige der Sonne selbst. Um diese Zentralkörper bewegt sich die gesamte Planetenmasse (ca. $^1/_{700}$ der Sonnenmasse) in Form von sehr kleinen Planetoiden. Die Drehung finde nahezu in einer Ebene statt, welche fast senkrecht durchschnitten wird von einer grossen Zahl von Kometen und Meteoridenschwärmen. Nach dem bekannten Gravitationsgesetz hat ein solches System unbedingte Existenzberechtigung, so gut wie unser jetziges Sonnensystem. An dieses System legen wir nun den Massstab der Verkleinerung an:

Die sämtlichen Planetoiden sollen in ganz kleine Körperchen zusammengeschrumpft gedacht werden, so klein wie etwa die Meteoriden sein mögen. Es kann dies ihre Revolutionsbewegung um die gemeinsamen Zentralkörper in keiner Weise behelligen, noch die Geschwindigkeit in ihrer Bahn verändern. Ferner sei die Masse der Zentralkörper nicht mehr glühend und sende kein Licht mehr aus, sie sei statt dessen erstarrt und kalt. So lange nur ihre Gesamtmasse dieselbe bleibt, ändert sich in der Geschwindigkeit der Planetoiden nichts. Die Attraktionskraft von welcher jene Geschwindigkeit direkt abhängt, ist für jedes Körperchen, für den Fall, dass die Masse aller Planetoiden im Verhältnis zu der Zentralkörpermasse als verschwindend klein angenommen wird, proportional

$$\frac{M}{r^2} = \frac{\text{Masse der Zentralkörper}}{\text{Quadrat der Entfernung der betr. Planetoiden vom Schwerpunkt aller Zentralkörper.}}$$

Wenn wir nun unser ganzes beobachtetes System kleiner und kleiner werden lassen, bis der neue Halbmesser ein Hundertstel des früheren Halbmessers r geworden ist, so wird dadurch r^2 auf ein Zehntausendstel gebracht. Wenn wir gleichzeitig M auf ein Zehntausendstel des früheren

Wertes bringen, so bleiben die auf die Planetoiden wirkenden beschleunigenden Kräfte dieselben; bei weiterer Verringerung von M wird nun stets die Geschwindigkeit der die Zentralkörper umkreisenden, nun zu Meteoriden gewordenen Planetoiden abnehmen, aber eine Revolution findet nach wie vor statt.

Nach allen diesen Reduktionen habe nun unser betrachtetes System ungefähr folgende Gestalt: Im Schwerpunkt befinde sich ein kalter Körper noch etwas kleiner als die kleinsten der uns jetzt bekannten Planetoiden, also z. B. mit einem Durchmesser von ca. 1—5 km. Um diesen drehe sich eine Scheibe von ca. 2000 km Durchmesser und ca. 100 km Dicke, bestehend aus den mehrfach erwähnten Zentralkörperchen von ca. 100 bis 1000 m Durchmesser, und ausserhalb dieser Scheibe kreisen in gleicher Ebene die sämtlichen Meteoriden bis in eine Entfernung von ca. 50 Millionen km vom Mittelpunkte aus. Die Durchmesser der Meteoriden sollen durchschnittlich nur ca. 1 m betragen. Wir denken uns nun dieses ganze Rotationssystem in zur Ekliptik senkrechter Richtung ungefähr in die Entfernung des Neptun von unserer Sonne versetzt, so werden wir unmöglich nur eine Spur von demselben wahrnehmen können. Trotzdem übt die Sonne ihre anziehende Kraft auf das System aus, zieht es gegen sich und für den Fall, dass dasselbe keine Anfangsgeschwindigkeit abweichend von der Sonnenrichtung hätte, würde das Zentrum desselben immer schneller gegen die Sonne sich bewegen und sich schliesslich in dieselbe stürzen. Diesem wirken aber besonders die grossen Planeten Jupiter und Saturn entgegen, indem sie eine kleine seitliche Anziehung auszuüben im stande sind, infolge deren die geradlinige Bahn sich in eine Kurve verwandelt und also das Zentrum des Systems an der Sonne vorbei, um sie herumfliegt und in entgegengesetzter Richtung auf angenähert elliptischer Bahn wieder in die Nähe des Ausgangspunktes zu gelangen sucht. Das System wird uns bei grosser Sonnennähe als (teleskopischer) Nebelfleck sichtbar sein, die sehr exzentrische Bahn und deren grosse Neigung sind Anhaltspunkte, dass wir dasselbe als Kometen betrachten und in deren Zahl einreihen. Wir unterscheiden deutlich die Gruppe der grösseren Zentralkörper als Kern, die kleineren sie umkreisenden Meteoriden als Coma des Kometen. Auf einen Kometenschweif könnte aus den bisherigen Betrachtungen nicht geschlossen werden, es sind also weitere Untersuchungen über die Beschaffenheit des Systems eines solchen Meteoridenschwarmes vorzunehmen.

Wir haben uns sowohl Sonne als Planeten in eine unendliche Zahl kleiner Körperchen, der Meteoriden, geteilt gedacht. Es folgt daraus, dass die Atmosphären jener Körper ebenfalls zu teilen sind. Alle entstandenen Meteoriden haben ihre kleinen Atmosphären, die im Verhältnis sehr dünn und gering wären, wenn die Schwerkraft, welche jeder Körper auf die ihn umgebenden Gase ausübt, z. B. gleich der Schwerkraft unserer Erde wäre. Dem ist aber nicht so: Die von so kleinen Meteoriden entwickelte Schwerkraft und also ihr Luftdruck auf der Oberfläche ist nahezu gleich Null. Die Gase haben ganz ungehinderte Freiheit, sich ausserordentlich auszudehnen, so dass solche Atmosphären ein bei weitem grösseres Volumen erreichen als die festen Kerne der Meteoriden selbst.

Denken wir uns vor allem die den Kometenkern bildenden Zentralkörperchen von sehr umfangreichen Atmosphären umgeben, welche zum mindesten das hundertfache Volumen der festen Körper einnehmen; die die Coma bildenden mittelgrossen Meteoriden seien mit verhältnismässig kleineren und die ausserhalb der Coma herumkreisenden ganz kleinen Meteoriden mit noch geringeren Atmosphären ausgestattet. Ein solcher Meteoridenschwarm mit einer Umlaufszeit von einigen hundert Jahren wird in der Sonnenferne vollständig die ungeheure Kälte des Weltraums annehmen, seine einzelnen Körper haben zu geringe Dimensionen, als dass sie der stets einwirkenden Kälte jahrelang zu widerstehen vermöchten. Umgekehrt wirkt aber die Sonne sehr erwärmend auf die einzelnen Körperchen ein, sobald dieselben in ihre Nähe gelangen. Zweifellos sind die festen Teile rasch um einige hundert Grad erwärmt und es werden infolge dessen ausser Wasser und anderen leicht flüchtigen Stoffen mehrere weniger leicht zu verdampfende unter dem dort sozusagen verschwindenden Luftdrucke gasförmig. Bei der Sonnenannäherung nehmen die einzelnen Atmosphären ganz ausserordentlich an Grösse zu, in der Weise, dass die innerhalb derselben befindlichen festen Kerne nur noch einen äusserst geringen Bruchteil des Ganzen ausmachen.

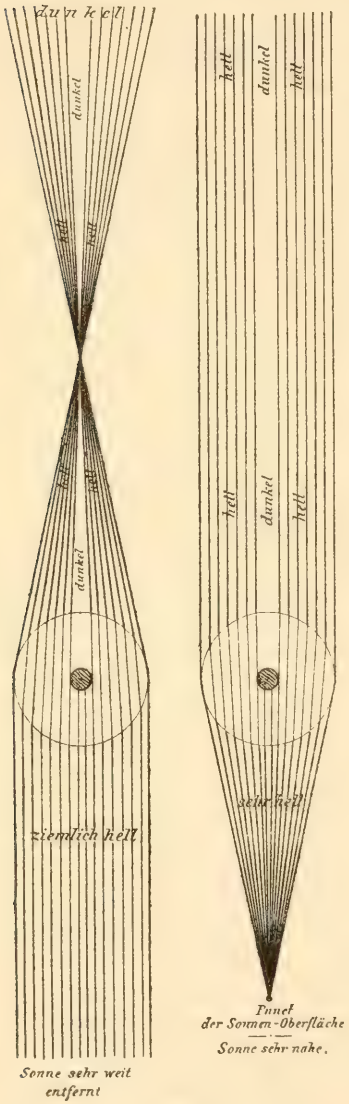


Fig. 2.

Es ist leicht einzusehen, dass eine solche Gaskugel in der Nähe der Sonne wie eine Linse, ein Brennglas wirkt: Die Brechung der aus dem Äther in solche Kugeln von ausserordentlich geringem Drucke und geringer Dichte eintretenden Lichtstrahlen kann entsprechend nur ausserordentlich gering sein, aber eine Brechung aus einem Mittel ins andere findet statt und zwingt ganz besonders das durch die grössten Gaskugeln der Zentralkörper geströmte Licht, anstatt sich von der Sonne aus gleichmässig auszubreiten, sich stärker zu kontrahieren und eine bedeutend grössere Helligkeit in dem von der Sonne aus gesehen hinter dem Kometenkopf liegenden Raume zu entwickeln (Fig. 2).

Die kleinsten Meteoriden von ungefähr 1 m Durchmesser, welche wir als in einer äussersten Scheibe um die Zentralkörper kreisend angenommen haben, können von uns auf so ungeheure Entfernungen nur gesehen werden, wenn sie diese helle Lichtzone passieren; sie selbst machen erst die Lichtzone sichtbar, ähnlich wie der feinste im Zimmer herumfliegende Staub nur gesehen wird, wenn ein heller Lichtstrahl in das völlig dunkel gemachte Zimmer fällt. Ausser der Lichtzone scheinen die kleineren Meteoriden gar nicht vorhanden zu sein.

Monde und Planetenringe der mit schnellerer fortschreitender Geschwindigkeit versehenen Planeten bewegen sich annähernd in der Ebene der Planetenbahn. Nehmen wir an, auch unser ganzes System der um ein Attraktionszentrum kreisenden Meteoriden, welches den Kometen bildet, drehe sich annähernd in derselben Ebene, in welcher die Kometenbahn liegt, so wird dies System dem Erdbewohner als ein beschweifter Komet erscheinen. Die sämtlichen Zentralkörper bilden zusammen den Kern, die grösseren Meteoriden, welche in beträchtlicher Zahl ganz in der Nähe der Zentralkörper kreisen und welche einen allmählichen Übergang von den grossen Zentralkörpern zu den ganz kleinen Meteoriden bilden, stellen die Coma dar. Alle diese Körper wären einzeln völlig unsichtbar, nur eine ungeheure Anzahl kleinster Lichtpunkte kann unserem Auge auf solche Distanzen sichtbar werden. Je grösser die Lichtpunkte selbst und je mehr deren in einem kleinen Raume beisammen sind, um so heller ist eben der betreffende Teil des Kometen. Von den ausserhalb der Coma liegenden Meteoriden sind alle diejenigen wie ein feiner Staub oder Nebel sichtbar, welche die Lichtzone passieren. Es wird daher diese Lichtzone selbst sichtbar. Jeder Lichtstrahl, welcher, durch die Atmosphären der Zentralkörper gebrochen, mit der Geschwindigkeit von 300 000 km per Sekunde in den Raum flieht, trifft, so lange die Schweifentfaltung stattfindet, fortwährend neue, vorher unbeleuchtete Meteoriden, erhellt sie und dieses stetige Hellerwerden macht auf unser Auge den Eindruck des Ausströmens.

Der Verlauf der hellen Lichtzone ist durchaus nicht derjenige einer Geraden, sondern der einer transcendenten Kurve, die sich sehr bequem und übersichtlich durch Konstruktion der Resultierenden aus Lichtgeschwindigkeit und fortlaufender Geschwindigkeit des Kometen darstellen lässt (Fig. 3). Nach dem oben (Seite 190) erläuterten wird diese Schweifkurve nur um ca. 1 Bogenminute von der Sonnenrichtung abweichen, d. h. also der Sonne nahezu genau diametral gegenüberstehen. Während wir aber unter günstigen Verhältnissen einen von uns abgewendeten Schweif von 150 Millionen km Länge in einem und demselben Moment übersehen, hat das Licht 500 Sekunden oder $8^1/_3$ Minuten zur einmaligen Zurücklegung jener Strecke nötig und trifft von den entferntesten Meteoriden unser Auge beinahe 17 Minuten später als dasjenige von den uns zunächst befindlichen. Durch diese Verzögerung des Lichtes, welches den grossen Weg zweimal durchlaufen muss, bis es unser Auge erreicht, erscheint uns die Schweifkurve doppelt so stark gekrümmt als in Wirklichkeit. Kombinieren wir damit noch die relative Bewegung der

Erde zum Kometen, so wird sogar die scheinbare Kurve der hellen Lichtzone (des Kometenschweifes) im allgemeinen eine transcendente räumliche Kurve, welche, von einzelnen Punkten des Sonnensystems aus gesehen, ziemlich scharfe Krümmungen aufzuweisen hat; doch stimmt sie, so weit sie wenigstens sichtbar sein wird, mit dem Verlauf der geraden Linie nahezu überein, weil die Lichtgeschwindigkeit noch über 500 mal grösser als die grösste bekannte fortlaufende Geschwindigkeit eines Kometen ist.

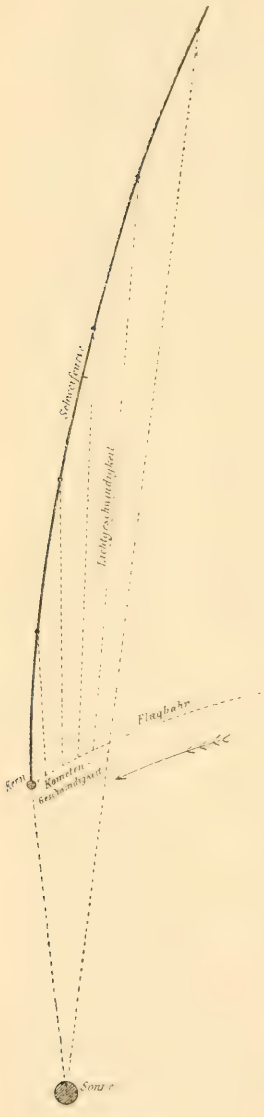


Fig. 3.

In ähnlicher Weise wie ein Ausströmen der Kometenmaterie in den Schweif, soll auch ein Ausströmen gegen die Sonne hin beobachtet worden sein. Ganz analog ist die Erklärung: Die Sonnenstrahlen dringen ein in die Atmosphären der Meteoriden; ein ganz kleiner Teil trifft den festen Kern und wird von ihm reflektiert nach allen Seiten, der grössere Teil passiert an demselben vorbei und setzt seinen Weg weiter fort. Der geringe reflektierte Teil lässt uns die betreffenden Meteoriden als Lichtpünktchen erscheinen, die uns nur in ungeheurer Anzahl sichtbar zu werden vermögen. Den Kern erkennen wir am besten, weil dessen Meteoriden am grössten sind und am meisten Licht reflektieren. Es ergibt sich aber unmittelbar, dass die den Kern bildenden Zentralkörper ihre ganze Umgebung erleuchten müssen, und weil senkrecht auffallendes Licht sehr intensiv wirkt und entsprechend stark reflektiert werden muss, so werden uns viele zwischen Sonne und Kometenkopf sich bewegende Meteoriden sichtbar; denn ihre eine Hälfte wird direkt von der Sonne, die andere Hälfte indirekt durch das vom Kern des Kometen reflektierte Licht beleuchtet. Solche Lichtpunkte gewinnen dadurch an Umfang und Helligkeit und erhalten das Ansehen von gegen die Sonne gerichteten Schweifen. Sind die um das Attraktionszentrum kreisenden Meteoriden bald dichter gedrängt, bald spärlicher vorhanden, so scheint der gegen die Sonne gerichtete Schweif abwechselnd länger und kürzer zu werden. Es bewirkt dies die scheinbare Ausströmung, ein Zurückbiegen, Zurückströmen u. s. w., überhaupt eine gewisse flackernde Bewegung, die eben zu allerlei Deutungen Anlass gegeben hat. Auch scheinbare pendelartige Schwingungen des gegen die Sonne gerichteten Schweifes wurden

beobachtet. Sie erklären sich ausserordentlich leicht durch die oben ausgesprochene Annahme, die Meteoridenschwärme seien ringsum nicht von völlig gleichmässiger Dichte. Man sieht z. B. in regelmässigen Intervallen von einigen Tagen (3—7) eine deutliche Bewegung quer über den Schweif weg, und in der richtigen Voraussetzung, eine Bewegung könne nicht plötzlich spurlos verschwinden, gibt man sich der Täuschung hin, auch die Rückwärtsbewegung gesehen zu haben.

Rotationsbewegungen von 3—7 Tagen gehören vollständig in das Gebiet der Wahrscheinlichkeit*. Mehrere Satelliten kreisen in diesen Zeiträumen um ihre Planeten. Zwar ist die Planetenmasse unvergleichlich grösser als die Masse eines Kometenkernes; dagegen sind aber auch die Entfernungen jener Monde von ihrem Planetenzentrum ausserordentlich viel grösser als die Entfernung der in 3—7 Tagen eine Rotation vollendenden Meteoriden von ihrem Attraktionszentrum. Selbstverständlich haben die äussersten Meteoriden eines Kometen, in Distanzen von vielen Millionen Kilometer, entsprechende Umlaufszeiten von Jahrhunderten, so dass während der kurzen Sonnennähe des ganzen Kometen eigentlich nur ihre mit dem Kometen fortschreitende Bewegung in Betracht kommt. Eine wirklich stattfindende Rotation wäre unzweifelhaft schon längst nachgewiesen worden, wenn jene Schwingungen in denselben Perioden und abwechselungsweise auch hinter dem Kometenkern sichtbar gewesen wären. Der Kometenkern besteht aber wie mehr erwähnt aus einer wesentlich stärkeren Ansammlung von grossen Meteoriden, zwischen welchen hindurch nur ein kleinerer Teil von Lichtstrahlen fallen kann. Es entsteht also gerade hinter dem Kern eine relative Dunkelheit, ein dunkler Streifen, welcher sich gewöhnlich durch den ganzen Kometenschweif hinzieht, und infolge dessen kann das Kreisen der Meteoriden hinter dem Kern weniger leicht erkannt werden. In ähnlicher Weise erklärt sich die Erscheinung eines flammigen Kometenschweifs aus sehr ungleichen Meteoridenansammlungen, Meteoridenringen. — Viele Schwierigkeiten in der Bestimmung des Aggregatzustandes der Kometenmasse machte stets der Umstand, dass vom Kometen verdeckte Fixsterne, nur unerheblich geschwächt, durch denselben, sogar durch den eigentlichen Kern hindurch gesehen werden. Als grössten Zentralkörper des Kometen habe ich einen solchen von höchstens 5 km Durchmesser in Betracht gezogen. Wenn dieser Körper mit einer Geschwindigkeit von nur 50 km per Sekunde zwischen uns und einer entfernten Lichtquelle hindurchfliegen würde, so hätte unser Auge eine Lichtunterbrechung von $^1/_{10}$ Sekunde. Eine solche Unterbrechung, und wenn sie sich in der Sekunde oftmals wiederholen sollte, würde doch höchstens das Licht eines Fixsterns schwächen, dieser würde uns weniger hell erscheinen und schwerlich eine Spur von raschen Lichtänderungen (Funkeln) verraten. Nun sind aber nach unserer Annahme die Durchmesser der einzelnen Meteoriden im Verhältnis zu ihren Abständen von einander ganz ausserordentlich klein. Es wird also nur im äussersten Zufall genau ein solcher Körper zwischen den betreffenden

* Aus der Rotationsdauer lässt sich hier wie bei den Planeten auf die Masse der Zentralkörper schliessen.

Fixstern und unser Auge treffen. Häufiger kommen uns die Atmosphären der Meteoriden in den Weg. Aber auch diese bewegen sich mit so rasender Geschwindigkeit, dass nie an eine sichtbare Lichtunterbrechung, höchstens an eine Schwächung des Fixstern-Lichtes zu denken ist. Vielleicht gelingt es späteren sehr genauen Untersuchungen, die Lichtstrahlen eines durch den Kometen verdeckten hellen Fixsternes mittels lichtstarker Instrumente so auf ein Photophon zu leiten, dass die angedeuteten Variationen der Lichtintensität sich im Telephon kundgeben, so dass also gewissermassen der Komet gehört werden kann vermittelst der unzähligen Unterbrechungen, welche seine kleinsten Teilchen, die Meteoriden, auf das konstante Licht der Fixsterne ausüben.

Sehr interessant ist die allmähliche Schweifentwickelung bei der Annäherung der Kometen an die Sonne. Bei grossen Entfernungen fallen die Sonnenstrahlen beinahe parallel in die Meteoridenatmosphären ein, werden beim Ein- und Austritt gebrochen und vereinigen sich in einem Brennpunkte sehr nahe hinter der Kugel, um sich nachher wieder stark zu zerstreuen. (Fig. 2.) Je kleiner dieser Zerstreuungswinkel ist, um so heller wird die Lichtzone. Je mehr also der Komet gegen die Sonne sich bewegt, um so näher rückt diese letztere einem Punkte, von welchem ausgehend das Licht jenseits in parallelen Strahlen austreten wird. Wenn demnach der wirksamste Teil, der Kern, der Sonne sich nähert, rücken die hinter den Atmosphären sich bildenden Brennpunkte, bis zu welchen sich doch mindestens die helle Lichtzone erstrecken muss, weiter und weiter vom Kern weg, die Lichtzone wird fortwährend grösser, der Kometenschweif länger. Das Maximum der Schweiflänge müsste in der Sonnennähe annähernd erreicht werden. Es wirkt aber die Sonne wie oben bemerkt (Seite 194 ff.) bei verhältnismässig so kleinen Distanzen stark verdunstend auf die Meteoriden ein und vergrössert deren Atmosphären sehr beträchtlich. Infolge dessen muss auch erst nach der Sonnennähe, wenn ungefähr der gasförmige Zustand der Materien auf ein Maximum gestiegen ist, die Schweiflänge ein Maximum erreichen. Ähnlich wie die Zunahme der Schweiflänge erfolgt die Abnahme derselben.

Wir haben bisher angenommen, die Rotationsebene der Meteoriden liege in der Flugebene des Kometen, es ist dies aber gar nicht absolut notwendig. Wie die Satelliten oft in stark geneigten Ebenen um ihre Planeten sich drehen, so kann auch die Rotationsscheibe des Kometen schief zu der Ebene seiner Flugbahn stehen. In diesem Falle fällt die helle Lichtzone bald aus der Meteoriden-Rotationsscheibe hinaus und es resultiert nur ein sehr mässiger Schweif. Nur einmal tritt die Sonne in die Ebene dieser Scheibe ein — unserer Tag- und Nachtgleiche entsprechend — und in dieser kurzen Zeit muss der Schweif unglaublich rasch zu- und aber beim Austritt der Sonne ebenso rasch wieder abnehmen. Alle sehr raschen, sozusagen plötzlichen Formänderungen des Schweifs erklären sich am besten aus der erwähnten schiefen Lage der Rotationsebene zur Flugebene. Bei geringer Neigung der Kometenscheibe gegen die Kometenbahn wird nur ein Teil der hellen Lichtzone im Innern der Meteoridenscheibe bleiben, der Schweif wird also durch einen Bogen abgegrenzt, welcher den Meridian der gesamten Kometen-

scheibe abzeichnet; die Krümmung des Schweifes kann auf diese Weise je nach der Meridiankurve viel entschiedener ausfallen als nur durch die Lichtverzögerung, wie oben (Seite 195 ff.) beschrieben. (Fig. 4.)

Wie unser Sonnensystem die Kometen, so besitzt oft das System eines Kometen eine Unmasse von Meteoriden in senkrechter Richtung zur Revolutionsscheibe. Solche Meteoriden beschreiben in ähnlicher Weise nicht Kreise, sondern langgestreckte Ellipsen und füllen den ganzen Raum zu beiden Seiten der eigentlichen Rotations-Scheibe aus, in verhältnismässig geringerer Anzahl, und wenn die Lichtzone zum Teil neben die Rotationsscheibe in den leeren Raum trifft, so beleuchtet sie noch solche weniger dicht gesäte Meteoriden, wodurch ein fast geradliniger, aber

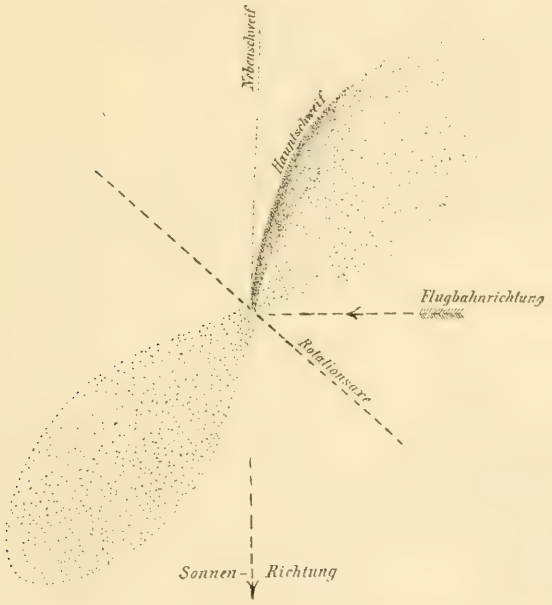


Fig. 4.

sehr schwacher Nebenschweif gebildet wird, eine Erscheinung, welche beim Donatischen Kometen sehr deutlich gesehen wurde. — Die in der Nähe der Rotationsaxe stark eingezogene Form der den obigen Betrachtungen zu Grunde gelegten Meteoriden-Rotationsscheibe wird bedingt durch den Mangel aller Zentrifugalkraft auf der Rotationsaxe; infolge dessen hat die Schwerkraft die Oberhand und zieht alle dort befindlichen Meteoriden ins Zentrum.

Denken wir uns die den Kern des Kometen bildenden grössten Meteoriden um den Zentralkörper ähnlich gelagert wie die Saturnringe, also gewissermassen in Schwerringen um ihr gemeinsames Zentrum rotierend, so werden wir diese Ringe bei genügender Vergrösserung als helle Halb-

kreise erkennen; ihre von der Sonne abgewendete Seite ist verdunkelt, weil sie in der zentralen dunkleren, von dem helleren Lichte umschlossenen Zone liegt, von welcher wir oben gesprochen (Seite 197). Finden sich ausser diesen Schwerringen noch ähnliche Schwerringe in annähernd zu der gemeinschaftlichen Rotationsebene senkrechten Ebenen (ein Analogon zu den Meteoridenschwärmen in unserem Sonnensystem), so erscheinen uns solche Ringe als radiale helle Linien. In solcher Weise scheint der Kopf des Donatischen Kometen und ähnliche gebildet zu sein. (Fig. 5.) Wenn berichtet wird, diese Ringe haben sich in bestimmten Perioden von einigen Tagen aus dem Kerne entwickelt, einem Ausströmen vergleichbar, so halte ich dies ebensowohl wie die oben erwähnten Ausströmungen für Selbst-Täuschung, d. h. ungenau beobachtete Thatsache. Nimmt man an, jene erwähnten schweren Ringe seien nicht ringsum von gleicher Dichte, einzelne Massenansammlungen haben gegen gewisse mitrotierende Attraktionszentra stattgefunden, so muss allerdings das jedesmalige Hindurchtreten der Massen durch die beleuchtete Zone den Eindruck des Fliessens oder Ausströmens auf uns machen.

Fig. 5.

Man könnte einwenden, dass ein gleichzeitiges Bestehen von mehreren derartigen schweren Ringen in verschiedenen sich schneidenden Ebenen nicht statthaben könne, weil in der Schnittlinie fort und fort Meteoriden zusammenstossen und also aus ihrer Ebene herausgeschleudert werden müssten. Dem steht aber entgegen, dass diese Meteoriden im Verhältnis zu ihrer Entfernung von einander ausserordentlich klein sind und dass infolge dessen nur ganz zufällig zwei solche genau aufeinander treffen. Überdies ist zu beachten, dass in der Hauptrotationsebene nur einige Ringe rotieren, nicht eine einzige kompakte Scheibe. Zwischen diesen Ringen hindurch können ganz wohl in senkrechter Richtung periodische Meteoridenschwärme sich bewegen, um so mehr, als dieselben infolge der längs der Rotationsachse stark kontrahierten Meteoriden-Scheibe (Fig. 4) nur auf ganz kurzen Bahnstrecken Widerstände antreffen. Wenn ein dichterer Schwarm die Zone hellen reflektierten Lichtes vor dem Zentralkörper des Kometen passiert, so erscheint er uns, wenn unser Auge sich zufällig nahe der Ebene seiner Flugbahn befindet, als radiale Lichtlinie und muss das oft erwähnte Ausströmen täuschend darstellen.

Betrachten wir in einem speziellen Falle einen Kometen, dessen Rotationsscheibe von zwei anderen ähnlichen Rotationsscheiben nahezu in einer Linie geschnitten wird. — Es entspricht dieser Fall vollständig dem vorhin erwähnten, in welchem wir verschiedene in ungleichen Ebenen

liegende Meteoriden-Ringe zunächst dem Zentrum um den gemeinschaftlichen Zentralkörper kreisen sahen. — Wenn die Verlängerung jener Schnittlinie der drei Ebenen annähernd durch die Sonne geht und gleichzeitig eine sehr helle Lichtzone entsteht, welche direkt hinter dem Kern eine dunkle Zone einhüllt, so wird in jeder der 3 Ebenen ein dunkler Streifen, eingeschlossen von zwei hellen Schweifen, gebildet. Es ergeben sich so 6 Schweife, welche den Kometen so lange begleiten, d. h. so lange für uns sichtbar sind, als die Schnittlinie jener 3 Ebenen angenähert durch die Sonne geht. Nur einmal ist dieses seltene Phänomen bis heute beobachtet worden, so dass es wohl gerechtfertigt ist, demselben ganz spezielle zufällige Kombinationen zu Grunde zu legen.

Die Kometen zeigen uns meistens ein sehr schwaches kontinuierliches Spektrum, welches wir als Beweis für das Vorhandensein fester Körper, der Meteoriden, im Kometen betrachten dürfen. Diesen Körpern können wir einen glühenden Zustand nicht einräumen. Sie sind sehr klein, brachten Jahrtausende in grössten Sonnenfernen, in äusserst kalten Regionen zu, wo sie unbedingt alle ihre eigene Wärme schon vor undenklicher Zeit verloren haben, und die Sonne selbst wird dieselben im allgemeinen nicht auf Glühhitze zu bringen vermögen. Es müssen also jene festen Kerne, die Millionen von Meteoriden, das reflektierte Sonnenlicht uns senden und ziemlich genau das Sonnenspektrum, wenn auch sehr schwach und vielleicht mit mehr schwarzen Absorptionslinien, aufweisen. Auffallend sind aber im Kometenspektrum die hellen Banden, welche auf das Vorhandensein von Kohlenstoff, Kohlenwasserstoff und anderen ähnlichen Kohlenstoffverbindungen in glühendem Zustande schliessen lassen.

In der Sonnenferne erhalten die kleinen Kometenkörper (Meteoriden) ganz gewiss eine Temperatur von weniger als -100^0, während ihr Atmosphärendruck sozusagen gleich Null ist. Infolge dieses äusserst geringen Luftdrucks bewahren sehr viele Körper ihre Gasform. Nähern sich die Meteoriden der Sonne, so dass sie von ihr Licht und Wärme in ansehnlichen Quantitäten erhalten, so vermehrt sich das Volumen der die festen Kerne umgebenden Gasmassen sehr bedeutend, teils durch Ausdehnung, teils dadurch, dass unter so geringem Drucke weitere Körper ebenfalls gasförmig werden, verdunsten. Je grösser aber die Atmosphären werden, um so mehr Licht und Wärmestrahlen der Sonne konzentrieren sich in den Brennpunkten der linsenartig wirkenden Gaskugeln. Es ist gar nicht unwahrscheinlich, dass in diesen Brennpunkten und in deren Nähe Stoffe (z. B. leicht entzündliche Gase) von Meteoriden, welche sich zufällig an solcher Stelle befinden, auf Hunderte von Graden erhitzt werden und also sich entzünden müssen. Wegen des geringen Luftdruckes und des daraus folgenden spärlichen Vorhandenseins von Gasen in jenen Meteoriden-Atmosphären wird die Verbrennung nur eine lokale sein, sich nicht durch die ganze Atmosphäre der betreffenden von den Brennstrahlen getroffenen Meteoriden fortsetzen. Es ist ja auch nur eine ausserordentlich geringe Menge wirklich brennender Gase nötig, um schon ein ganz bemerkenswertes Spektrum zu bilden.

Wenn wir uns einen Kometen mit 250 Millionen km Schweiflänge vorstellen, nach obigen Auseinandersetzungen, so müssten seine äus-

sersten, uns noch sichtbaren Trabanten (Meteoriden) einen Kreis von 500 Millionen km Durchmesser durchlaufen, wozu sie selbstverständlich Jahrhunderte und vielleicht Jahrtausende nötig haben. In der kurzen Zeit der Sonnennähe beschreiben demnach alle weiter entfernten Trabanten einen so kleinen Weg in ihrer Rotation um den gemeinschaftlichen Kometenkern, dass wir annähernd annehmen dürfen, jeder dieser Einzelkörper durchlaufe eine eigene langgestreckte Ellipse, deren Brennpunkt von der Sonne um die Distanz des betreffenden Körpers von seinem Rotationszentrum und in gleicher Richtung entfernt liegt. Es erhellt daraus ohne weiteres, dass ein sehr grosser Teil Trabanten die Sonne nie erreicht und nicht dazu gelangt, um dieselbe herum zu kreisen, in der Weise also, dass die Sonne mitten durch alle Kometen-Trabanten hindurchtritt, einen grossen Teil der ihre Bahn nahezu treffenden an sich zieht und die übrigen sehr nahe an ihr vorbeifliegenden Meteoriden so stark aus ihren Bahnen ablenkt, dass dieselben sich von ihren Kometen loslösen und ganz neue Bahnen beschreiben, in der Ebene der Kometen-Flugbahn. Alle diese durch die Sonne abgelenkten Meteoriden bewegen sich zukünftig in gleicher Ebene weiter in neuen Ellipsen, bis sie endlich infolge anderer Einflüsse direkt auf die Sonne zustreben und von ihr verschlungen werden, wenn nicht der Komet bei einem nächsten Umlauf sie wieder an sich zu ziehen vermag. Auf die massigsten Kometenteile hat die Sonne verhältnismässig weniger störenden Einfluss. Diese Körper bewegen sich beinahe genau in der Bahn ihres Attraktionszentrums, für welches die Sonnen-Attraktionskraft durch die Zentrifugalkraft der Massen ausgeglichen wird, so dass gar keine metallische Dichtigkeit der Kometenmaterie verlangt werden muss, wie Peirce in Cambridge berechnen wollte. Eine schwache Flutbewegung wird sich allerdings auch bei den dem Zentrum nächst liegenden Körpern geltend machen, welche bestrebt ist, alles vom Zentrum zu entfernen. Eine solche Kraft bewirkt eine fortwährende Vergrösserung des Kometenkernes in der Sonnennähe und kurz nachher, infolge deren viele vorher durch einen dichteren Kern verdunkelte Zentralkörper ebenfalls direktes Licht erhalten und ihre Lichtzone entwickeln, so dass der Schweif auch infolge dieser Einwirkung eine grössere Helligkeit entfalten muss.

Es ist gezeigt worden, wie der Komet bei jedem Durchgang durch die Sonnennähe eine grosse Zahl seiner Trabanten verliert, indem die Sonne sie teils völlig an sich zu ziehen vermag, teils in andere Bahnen lenkt. Man kennt sogar ein Beispiel, dass die Sonne einen Kometen in der Sonnennähe in zwei annähernd gleiche Teile zertrennte, so dass für die Folge zwei kleinere Kometen in fast derselben Bahn ihren Weg fortsetzten (Biela's Komet). Viele andere Kometen mag schon früher ein ähnliches Los getroffen haben, bevor wissenschaftliche Beobachtungen und Forschungen gemacht wurden. — Ebenso wie die Sonne wirken aber auch die Planeten ein. Die daraus folgenden Perturbationen vermögen sowohl die Umlaufszeit der Kometen sehr bedeutend zu ändern, als besonders die ihnen oft sehr nahe kommenden kleineren Trabanten so sehr anzuziehen, dass diese ähnlich wie von der Sonne ganz aus ihrer ursprünglichen Bahn abgelenkt werden. Weil aber die Planeten im all-

gemeinen nicht in der Kometen-Flugbahn-Ebene liegen, so entstehen durch stark wirksame Perturbationen Meteoridenschwärme in ganz neuen Ebenen, so dass auf diese Weise der ganze Raum mit Meteoriden bevölkert wird, welche sämtlich in Ellipsen um die Sonne kreisen und ihr Vorhandensein vermutlich durch das Zodiakallicht uns verraten.

Sonne und Planeten suchen die Kometen zu verkleinern und immer mehr Trabanten von ihnen abzulösen, so dass dieselben im Laufe der Zeit kleiner und kleiner werden müssen. Aber nur diejenigen Teile, welche durch Planetenperturbationen abgelenkt werden, und solche, welche sich direkt in die Sonne stürzen, sind für den Kometen auf immer verloren. Die übrigen bleiben in seiner Flugbahnebene; wenn sie auch neue ganz eigene Bahnen beschreiben, so gelangen sie doch früher oder später wieder einmal in den Bereich ihres Kometen und werden von ihm wieder mitgerissen. Es erklärt dies, dass sehr langbeschweifte Kometen doch Tausende von Malen die Sonnennähe passieren können, bevor sie ihre weiter entfernten Trabanten d. h. also den Schweif völlig verloren haben.

Eine Kometen-Schweiflänge von ca. 250 Millionen km ist bis heute so ziemlich das Maximum von beobachteter Länge und Ausdehnung gewesen. Es ist aber nicht nötig, nach dem früher Bemerkten einem solchen Kometen ringsum Trabanten in grosser Zahl bis zur Entfernung von 250 Millionen km zuzusprechen. Wenn man die Bewegung der Kometen in ihren überaus langgestreckten Bahnen verfolgt, so erkennt man leicht, dass dieselben, so lange sie noch weit entfernt sind, in beinahe gerader Richtung gegen die Sonne hingezogen werden, mit fortwährend gesteigerter Geschwindigkeit. Diese Steigerung erfahren mehr oder weniger alle Trabanten ringsum. Sobald aber der Komet in seine Sonnennähe gelangt, ist sein schwerster, massigster Teil, der Kern, gezwungen, in scharfem Bogen um die Sonne sich zu drehen, um der ihm vorgeschriebenen elliptischen Bahn Genüge zu leisten. Die weiter entfernten Trabanten hingegen können infolge ihres grösseren Abstandes von der Sonne nicht so schnell in andere Richtungen abgelenkt werden: sie schiessen gewissermassen über das Ziel hinaus und zwar um so mehr, je grösser die fortschreitende Geschwindigkeit des Kometen gewesen ist: das Maximum ihrer Entfernung vom Kometen-Attraktionszentrum tritt etwas nach der Sonnennähe des Kerns ein und trägt also unzweifelhaft ausserordentlich viel zu der in diesem Zeitraum aussergewöhnlich grossen Ausdehnung des Schweifes bei.

Betrachtungen über den Ursprung der Kometen würden sich leicht hier beifügen lassen. Ich ziehe aber vor, späterhin über die ganze Entwickelung und den ewigen Kreislauf unseres Sonnensystems eingehende Erörterungen zu pflegen und Prinzipien weiter auszuführen, welche in gegenwärtiger Arbeit nur leicht angedeutet sind, aus denen aber mit einigem Scharfblick bereits die fortwährenden Umgestaltungen abgeleitet werden können.

Einige Fälle von schützender Ähnlichkeit aus der brasilianischen Provinz Rio Grande do Sul.

Von

Dr. **Wilhelm Breitenbach.**

(Mit 3 Holzschnitten.)

Während meines Aufenthaltes in der süd-brasilianischen Provinz Rio Grande do Sul sind mir ungesucht einige wie mir scheint bisher unbekannt gebliebene oder doch nicht beachtete Fälle von schützender Ähnlichkeit bei Insekten aufgefallen, mit denen ich die Leser dieser Zeitschrift im folgenden bekannt machen möchte. In Carus Sterne's »Werden und Vergehen«, II. Aufl. pag. 605, findet sich die Abbildung einer »ein welkes Blatt nachahmenden Heuschrecke aus Brasilien«. Das Tier gehört der Gattung *Pterochroza* an, die auch in Rio Grande do Sul vertreten ist. Von meinem Freunde Fr. Heinssen, der vor einigen Jahren Direktor der Kolonie Neu-Petropolis war, erhielt ich gelegentlich zwei solcher Tiere. Dieselben waren, wie er mir mitteilte, an einem Figueira-Baum gefunden worden, und in der That waren die Flügel des Tieres sowohl in der Grösse wie in der Form und Farbe den Blättern des genannten Baumes auffallend ähnlich, dazu kamen noch mancherlei braune kleine Flecken, welche unregelmässig auf den Vorderflügeln zerstreut waren und an Flechten oder Pilze erinnerten. Da die Flügel sowie der übrige Körper des Tieres, mit Ausnahme der Hinterflügel, schön saftiggrün gefärbt sind, so darf man wohl kaum sagen, das Tier ahme ein welkes Blatt nach. Das Insekt hält sich in dem Blätterwerk des Baumes auf und entgeht eben durch seine wirklich frappante Ähnlichkeit mit grünen Blättern den Nachstellungen seiner Feinde. Lebend habe ich die Tiere nicht gesehen. auch habe ich trotz vielfachen Bemühens nicht in den Besitz solcher gelangen können; ich möchte daraus schliessen, dass sie eben nicht sehr häufig sind oder durch ihre Blattähnlichkeit in vorzüglichster Weise geschützt werden.

Sehr häufig hingegen ist eine andere blätternachahmende Heuschrecke, die der Gattung *Phylloperta* und speziell *Phylloperta lanceolata* Burm. nahe steht, wenn sie nicht mit derselben identisch ist. Fig. 1 gibt eine Abbildung des Tieres in natürlicher Grösse. Die pergamentartigen, lebhaft grün gefärbten Vorderflügel erinnern in ihrer Form am meisten an die Blätter

der Weiden (*Salix*). Es fehlt nur der gezähnelte Rand derselben. Die dicken, glänzenden Vorderflügel sind 50 mm lang und werden von den etwas spitzer zulaufenden Hinterflügeln um 5 mm überragt. Dieses vorstehende Stück der Hinterflügel ist wie die Vorderflügel pergamentartig und grün gefärbt, nur etwas weniger intensiv wie die letzteren. Der ganze übrige nicht sichtbare Teil der Hinterflügel ist fast ganz häutig und durchsichtig. Durch die Mitte der Vorderflügel läuft eine an der Basis dicke, nach der Flügelspitze, respektive dem unteren Flügelrande in der Nähe der Spitze zu sich verdünnende Hauptader, die schwach S-förmig gebogen ist und sehr prächtig die Mittelrippe eines Blattes wiedergibt. Von dieser Mittelrippe gehen nun Seitenzweige ab, auf der unteren Seite mehr und in regelmässigerer Anordnung als auf der oberen; diese obere Hälfte der Flügel hat ausserdem noch eine Ader mit wenigen Nebenästen, welche mit der Hauptader in keinem direkten Zusammenhang steht. Die

Fig. 1.

einander zugekehrten Basalteile der Vorderflügel sind fast rechtwinkelig umgebogen und bilden so übereinanderliegend einen nach hinten spitz zulaufenden Sattel oder Rücken. Durch diese Umbiegung wird bewirkt, dass die Flügel selbst nicht wagerecht liegen, sondern mehr vertikal zu beiden Seiten des Tieres ihren Platz finden. Es ist also eigentlich richtiger zu sagen, die ganzen Flügel mit Ausnahme des kleinen den Sattel bildenden Rückens haben sich so umgebogen, dass sie eine fast senkrechte Lage bekommen haben. Die oberen Ränder der Vorderflügel liegen in ihrer ganzen Ausdehnung dicht aneinander, so dass sie ein sehr spitzwinkeliges Dach bilden, welches, da der Regen in ganz vortrefflicher Weise ablaufen kann, den Hinterflügeln einen guten Schutz gewährt. Wie die Farbe der Flügel, so ist auch die aller anderen sichtbaren Teile ein lebhaftes Grün. Entsprechend der Weidenblatt-Ähnlichkeit habe ich die vorliegende *Phylloperta* zu sehr wiederholten Malen auf Weiden-Bäumen angetroffen, namentlich an der Strasse von Porto Alegre nach Navegantes und in der Nähe dieses kleinen Fleckens selbst. Das Tier ist in der Umgebung von Porto Alegre so häufig, dass ich an einem einzigen Nach-

mittag während einer Exkursion mit meinen Schülern oft 20—30 gesammelt habe.

Zur genaueren Charakteristik gebe ich noch einige weitere Merkmale. Das Pronotum ist oben, wo es die beiden den Sattel bildenden Basalstücke der Flügel in ihrem Endteil überdeckt, halbkreisförmig nach hinten gebogen. Entsprechend dem Basalteil der Hauptader der Vorderflügel sieht man eine tiefe Ausbuchtung des Pronotums nach vorn. Am zweiten Brustring ist ein grosses deutliches Stigma zu erkennen. Die Trommelfelle sind ziemlich gross, beiderseits symmetrisch und offen. An der Basis der Vorderbeine befindet sich vorn ein spitzer, einen Millimeter langer Dorn. Die Hinterschienen sind vierkantig und an allen vier Kanten mit nach vorn gerichteten Dornen versehen, von denen die der unteren Kanten stärker sind wie die der oberen.

Ganz vorzügliche und merkwürdige Beispiele von schützender Ähnlichkeit liefert unter den Orthopteren bekanntlich die Gattung *Proscopia*. Die Angehörigen dieser Gattung ahmen in manchmal unübertrefflicher Weise trockene Stengel oder besser wohl noch von der Sonne verdorrte Grashalme nach. Von den mir in der unmittelbaren Umgebung von Porto Alegre bekannt gewordenen *Proscopia* kann ich deutlich drei Spezies und weniger klar noch mehrere Varietäten unterscheiden. Ich führe hier nur die drei Spezies an:

1) Grundfarbe braunrot; der Rücken ist in Form einer schwachen Leiste ein wenig erhoben und dunkler gefärbt. Die Unterseite des Körpers ist mehr grau als braun gefärbt. Länge des ganzen Tieres 65 mm, des Kopfes 13 mm, des Stirnfortsatzes 7 mm.

2) Grundfarbe hellgrau, mit gelblichgrünen Stellen untermischt. Im übrigen ist die ganze Oberfläche fein schwarz gesprenkelt. Körperlänge 35 mm, Kopflänge 9 mm, Stirnfortsatz 4,5 mm.

3) Grundfarbe dunkelgrau bis schwarz; zu beiden Seiten des Thorax zieht sich eine scharfe gelbe Linie hin. Körperlänge 45 mm, Kopflänge 10 mm, Stirnfortsatz 4 mm.

Ich fand die Tiere in der Regel auf kleinen steinigen Hügeln, die mit spärlichem, niedrigem Gras bewachsen sind, besonders häufig auf den Hügeln unmittelbar bei Menino Deus bei Porto Alegre. Hier konnte ich mich überzeugen, wie ausgezeichnet die Form und Farbe dieser Tiere schützt. Ging ich ganz vorsichtig vor, sorgsam den niedrigen Graswuchs vor mir musternd, so konnte ich keines der Tiere erblicken. Nur dann und wann, wenn ich z. B. einen Grasbusch mit der Hand oder mit dem Fuss etwas unsanft berührte, blitzte es einen Augenblick vor meinen Augen auf. Es hat ziemlich lange gedauert, bis ich lernte diesem Blitz zu folgen, der eben nichts anderes war als eine kräftig und schnell weghüpfende *Proscopia*. Wenn ein solches Tier in einem etwas trockenen Grasbüschel sitzt, so dürfte es vollkommen geschützt sein.

Während diese Proscopien, von denen sich eine Abbildung in Carus Sterne's »Werden und Vergehen«, II. Aufl. pag. 606, vorfindet, entsprechend ihrem Aufenthalt und ihrer Farbe dünne Grashalme oder dünne Stengel kleiner Kräuter nachahmen und dadurch geschützt werden, halten sich Angehörige der Gattung *Phasma* in grünem Grase oder Buschwerk auf und sind

wie dieses grün gefärbt. Unter dieser Abteilung der Orthopteren gibt es wie bei den Proscopien ungeflügelte Arten. Dieselben sind schmal, langgestreckt und etwas plattgedrückt, so dass sie Grasblättern am ähnlichsten sehen. Das Pronotum ist an beiden Seiten sehr regelmässig gezähnelt. Die Vorderbeine haben jene Scherenform, die den Mantiden eigentümlich ist. Da ist mir nun ein Exemplar eines *Phasma* (?) in die Hand gekommen, welches wegen seiner rudimentären Flügel Interesse haben dürfte: nach Burmeister's Entomologie habe ich das Tier nicht bestimmen können. Das Mittelstück des Tieres gebe ich in Fig. 2 etwas vergrössert wieder, um die Flügelrudimente zu zeigen. Die Vorderflügel (al. a) sind schwach ziegelrot gefärbt und zeigen noch deutlich die seitlich liegende Hauptader mit zahlreichen, nach Innen zu abgehenden Nebenadern, die in regelmässigen Abständen von einander verlaufen. Die Hinterflügel, soweit sie unter den Vorderflügeln hervorsehen, sind so hellgrün gefärbt und liegen dem Körper so dicht an, dass man sie bei oberflächlicher Betrachtung kaum bemerkt; man überzeugt sich aber leicht von dem Vorhandensein derselben, indem man sie mit einem feinen Messer oder einer Nadel etwas abhebt. Das Tier war 90 mm lang und hatte unter den Flügeln eine Breite von 4 mm. Die Vorderflügel haben eine Länge von 5 mm, die Hinterflügel ragen 3 mm über dieselben hinaus. In den Hinterflügeln selbst sind keine Adern mehr zu erkennen. Die Beine sind ungewöhnlich lang, so z. B. das Femur der Hinterbeine 28 mm. Dass die vorhandenen Flügel dem Tier nutzlos sind, ist selbstverständlich. Da ich nur dies eine Exemplar mit rudimentären Flügeln gefunden habe, gänzlich flügellose dagegen in grosser Anzahl, so bin ich zweifelhaft, ob wir es hier mit einer besonderen Spezies zu thun haben oder ob hier vielleicht nur ein merkwürdiger Fall von Rückschlag vorliegt. Ich habe mehreren Freunden in Rio Grande do Sul den Auftrag gegeben, auf solche Tiere zu fahnden; vielleicht lässt sich die Frage in einiger Zeit entscheiden.

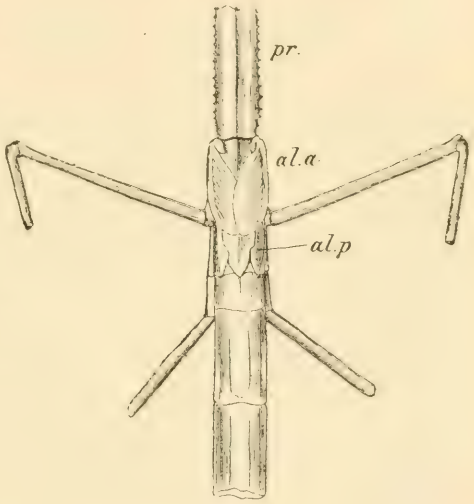


Fig. 2.

Angehörige der Gattung *Oedipoda* oder doch eines sehr nahe stehenden Genus zeichnen sich vielfach dadurch aus, dass ihr Hautpanzer eine überaus höckerige Beschaffenheit besitzt und von einer schmutzigbraunen oder braunen Farbe ist. Wenn die Tiere still zwischen Erde oder kleinem Steingeröll sitzen, so ist es sehr schwierig, sie zu erkennen; nur wenn sie weghüpfen, sind sie bemerkbar. Von einigen Spezies sind mir auch

Jugendformen bekannt geworden; dieselben hatten zwar schon die höckerige Beschaffenheit ihres Chitinpanzers, waren aber grün gefärbt. Vielleicht lässt das darauf schliessen, dass die jetzt braun oder grau gefärbten Spezies früher grün waren oder auch haben wir es vielleicht mit einer sogenannten Larvenanpassung zu thun. Es wäre möglich, dass die jungen Tiere sich mehr zwischen grünem Grase aufhalten, die älteren mehr auf wenig bewachsenem Lande; leider finde ich hierüber in meinen Notizen keine weiteren Aufzeichnungen.

Fritz Müller berichtet (Kosmos, Band V, pag. 104) von einer Heuschrecke, welche Spinnen nachahme. Ich habe einen ebensolchen Fall zu verzeichnen. Unter einer Sammlung von Naturalien, welche ich meinem Freunde Aug. Becker in Porto Alegre verdanke, der dieselbe aus dem Innern der Provinz, von der Serra, mitgebracht hatte, befanden sich zwei Tiere, welche ich für Spinnen hielt und welche von vielen Personen, denen ich sie zeigte, gleichfalls für Spinnen erklärt wurden. Bei näherem Zusehen entdeckte ich natürlich, dass unsere Tiere nur drei Paar Beine hatten. Mein Beispiel ist aber noch frappanter als das von Fritz Müller; denn während das von diesem betrachtete Tier wegflog, hätten die meinigen dies beim besten Willen nicht gekonnt, da sie keine ausgebildeten Flügel, sondern nur sehr unscheinbare Rudimente hatten. Die Farbe der Tiere war schwarz, die Beine sehr lang, ebenso die Fühler, die man, wenn sie sich mit ihrem vorderen Ende nach unten senkten, allenfalls für ein viertes Beinpaar halten konnte.

Fig. 3.

Ein prachtvolles Beispiel von schützender Ähnlichkeit lieferte mir eine Schmetterlingspuppe, welche ich der Freundlichkeit eines Bekannten in Porto Alegre verdanke und von der ich in Fig. 3 eine etwa ums doppelte vergrösserte Abbildung gebe. Die Puppe ist 30 mm lang und in der Mitte 7,5 mm dick; sowohl was Farbe als Gestalt anbelangt, gleicht sie namentlich in ihrem oberen Teil aufs täuschendste einem abgebrochenen dürren Zweigende. Die Grundfarbe ist ein mitteldunkles Grau bis Gelblich, ähnlich der Rinde von Pappeln und Weiden. Das Kopfende der Puppe ist unregelmässig gestaltet, ähnlich wie das Ende eines abgebrochenen trockenen Zweiges. Verschieden geformte Vertiefungen und Erhöhungen, dunklere und hellere Striche und Flecken von unregelmässiger Gestalt machen die Täuschung noch vollkommener. Alle Einzelheiten der Skulptur und Farbe, die Höcker, Vertiefungen, Flecken, Striche etc. finden sich an unserer Puppe vollkommen symmetrisch vor. Der Bekannte, dem ich dieses Prachtstück verdanke, sagte mir, es habe in einem Baume gesessen, derart, dass das stumpfe Ende hervorgeschaut habe, während das spitze Ende in dem Baum verborgen gewesen sei. In der That würden wohl die meisten Menschen an der Puppe, wenn sie sich in einer solchen Lage befände, vorbeigehen, ohne sie zu erkennen.

Erkennung und Fixierung organischer Formen.

Von

Prof. Dr. **G. von Koch** (Darmstadt).

Formen, im allgemeinsten Sinne des Wortes, bilden das wesentliche Material für die vergleichende Anatomie und den morphologischen Teil der Entwickelungsgeschichte, mag es sich dabei um ganze Organismen, ihre einzelnen Organe oder die letzten nur mit dem Mikroskop zu erkennenden Teile (die Struktur) handeln. Damit diese Formen zur Vergleichung, welche allen Folgerungen und Schlüssen vorangehen muss, geschickt seien, erscheint es notwendig, sie dem Auge vollständig klar vorzuführen und eine Veränderung derselben während einer kürzeren oder längeren Zeit zu verhindern.

Betrachten wir hinsichtlich der eben ausgesprochenen Forderungen die Objekte beider Disziplinen, so finden wir, dass nur verhältnismässig wenige denselben entsprechen: so vor allem viele ganze Organismen, soweit es sich um ihre äussere Gestalt handelt, dann die Gehäuse der Konchylien und anderer Tiere. Bei allen übrigen wird es notwendig, durch geeignete Behandlung die interessierenden Gegenstände erst für die Vergleichung vorzubereiten, und dies kann bei relativ unveränderlichen Teilen einfach durch Freilegen derselben mittels des Messers oder anderer Instrumente geschehen, wie wir es ja allgemein bei Knochen oder anderen harten Teilen thun. Vielfach erweist sich aber diese Methode als unzureichend, indem nämlich eine grosse Anzahl organischer Gebilde sich nach dem Freilegen bald verändert. Diese müssen dann durch besondere Präparation, so z. B. durch Einlegen in fäulniswidrige Flüssigkeiten, durch Injektionen etc. erhaltungsfähig gemacht werden oder man kann ihre Form fixieren, ohne ihre Substanz aufzubewahren. Letzteres geschieht durch Herstellung von Modellen, die womöglich direkt als Abgüsse angefertigt werden, oder häufiger durch Abbildungen, welche man mit Hilfe der Photographie, durch Zeichnen mittels des Prismas, des Diopterpantographen oder anderer Apparate ausführt*. Diese Zeichnungen vertreten dann beim Vergleichen die wirklichen Gegenstände.

---

* Freihandzeichnungen genügen in der Regel nur für mehr schematische Darstellungen.

In vielen Fällen lässt uns aber auch diese Methode im Stiche, nämlich überall da, wo wir es mit Teilen zu thun haben, welche in anderen eingeschlossen sind und sich nicht ohne Schädigung frei legen lassen. Dazu gehören alle eine gewisse Grösse nicht überschreitenden Organe, dann viele weiche Gewebe, welche Höhlungen in harten Körpern auskleiden u. s. w., und ausserdem muss man auch die mikroskopische Struktur organischer Körper hier mit anführen. Die letztere bietet in der Regel noch die wenigsten Schwierigkeiten, indem es meist genügt, sehr dünne Scheiben des betreffenden Körpers anzufertigen, was entweder durch Schneiden (bei vielen weichen Organen, Leber etc.) oder Schleifen (bei Knochen) geschieht, und diese mittels des Mikroskops bei passender Vergrösserung zu betrachten und zu zeichnen. Zur Erleichterung der Übersicht werden diese Scheibchen oder Schnitte häufig mit Farbelösungen behandelt, welche von den verschiedenen Elementarteilen in verschiedener Quantität aufgenommen werden, wodurch eine verschiedene Färbung derselben bedingt ist; ausserdem lassen sich dieselben durch stark lichtbrechende Mittel leicht aufhellen und bieten so günstige Objekte für das Mikroskop. Viele von ihnen haben auch die Eigenschaft, bei richtiger Behandlung (Aufbewahrung in Kanadabalsam oder anderen Harzlösungen zwischen zwei Glasplättchen) sich lange Zeit unverändert zu erhalten. — Solche einzelne Schnitte oder die Kombination mehrerer, die dann am besten in verschiedenen Ebenen geführt werden, genügen oft auch zur Aufklärung über die Form eines einfacheren Organs. Ist ein solches aber verwickelter gebaut, so kommt man am einfachsten, manchmal auch nur auf diese Weise, zum Ziel, indem man dasselbe in eine Reihe gleich dicker Schnitte zerlegt (es wird dazu eine Maschine, das Mikrotom angewendet), die gezeichnet werden. Mit Hilfe der Zeichnungen lassen sich dann entweder Modelle durch Aufeinanderlegen von entsprechend ausgeschnittenen Scheiben darstellen oder man kann aus ihnen durch einfache geometrische Konstruktionen die gesuchte Form in beliebiger Darstellung (als Projektion oder perspektivische Ansicht etc.) gewinnen. — Sehr harte Körper, welche sich durch kein Mittel für Schnitte geeignet machen lassen, kann man in vielen Fällen auf folgende Art behandeln. Sie werden auf eine Unterlage fest aufgekittet und auf der freien Seite angeschliffen, dann die Schlifffläche bei auffallendem Licht gezeichnet, hierauf weiter abgeschliffen und dann wieder gezeichnet, bis man eine genügende Serie von Durchschnittszeichnungen besitzt, um wie vorhin verfahren zu können.

Wissenschaftliche Rundschau.

Ethnologie.

Die quaternären Rassen Portugals.

In den Kjoekkenmoedings bei Mugem, in der Nähe des Tajo, in Portugal wurden neuerdings Schädel und Knochen ausgegraben, die nach den Lagerungsverhältnissen und der Fauna zu urteilen der quaternären Epoche fast mit Sicherheit zugezählt werden können. Die erste Rasse war dolichokephal. Derselben gehört eine Anzahl Schädel an, die von bewunderungswert gleichartiger Bildung sind und so wenige oder nur sexuelle Unterschiede darbieten, dass wir es hier sicherlich mit einer homogenen Rasse zu thun haben. Der Prognathismus der Schädel erinnert geradezu an afrikanische Rassen und die Kapazität der Schädel ist eine so geringe, dass sie nur mit derjenigen der Australier verglichen werden kann. An die afrikanischen Rassen erinnert ferner die Länge des Vorderarms, wie sie nur bei den Negern angetroffen wird. Es gibt ferner nur noch wenige Rassen von einer so kleinen Statur, wie es die Urbevölkerung Portugals gewesen ist. (Vergl. As Raças dos Kjoekkenmoedings de Mugem por Francisco de Paula e Olivera. Lisboa 1881.) Ich spreche daher die Vermutung aus, dass diese Urbevölkerung Portugals mit den Pygmäen Zentralafrikas, mit den sog. Akka oder Tiki-Tiki, verwandt war. Die Vermutung Penka's, dass Europa die Heimat des Menschengeschlechts ist, hat in den Funden von Mugem eine neue Stütze gefunden (?? Red.). Über die brachykephale Rasse von Mugem kann dagegen nur wenig gesagt werden. Nur drei brachykephale Schädel sind dort gefunden worden. Nach den osteologischen Merkmalen zu urteilen, gehörten diese Brachykephalen einer Rasse von höherer Statur an, als es die Dolichokephalen gewesen sind.

Dr. Fligier.

Zoologie.

Die Entstehung der Korallenriffe

schien durch Darwin's geniale Theorie, wonach Barrieren oder Kanalriffe und Atolls nur verschiedenen Phasen einer lang andauernden säkularen Senkung, Küsten- oder Strandriffe dagegen einer ebensolchen Hebung des

Meeresbodens entsprechen sollten, ihre abschliessende Erklärung gefunden zu haben. In der That befriedigte dieselbe nicht bloss alle Ansprüche von biologischer Seite, indem sie einen einheitlichen Ausgangszustand für alle Riffformen nachwies und die bis dahin völlig rätselhafte Erscheinung begreiflich machte, dass man bis in Tiefen von über hundert Faden hinab die Reste von Korallen verfolgen kann, die bestimmt nur in verhältnismässig seichtem Wasser (8 bis höchstens 20 Faden) sich anzusiedeln und zu gedeihen im stand sind — die Theorie empfahl sich namentlich auch der Geologie als eine der glänzendsten Beispiele dafür, wie die in verschiedenen Wissensgebieten gewonnenen Verallgemeinerungen einander gegenseitig stützen und zu einer höheren umfassenderen Idee führen können. Es hat daher schon aus diesen Gründen und wohl noch mehr um der Pietät und Verehrung willen, die dem Urheber dieser Theorie mit vollstem Rechte überall gezollt wird, nicht an lebhaftem Widerspruch gefehlt, so oft bisher der Versuch gemacht wurde, die Unzulänglichkeit derselben nachzuweisen oder gar eine andere Erklärung an ihre Stelle zu setzen. In neuester Zeit sind aber so zahlreiche mit ihr direkt unvereinbare Thatsachen und so vielfache genauere Beobachtungen über die Lebensbedingungen und die Verbreitung der Riffkorallen bekannt geworden, dass eine gründliche Prüfung der Darwinschen Prämissen und eine Umgestaltung seiner Theorie unabweisbar erscheint. Wir folgen im nachstehenden hauptsächlich einer Zusammenstellung der einschlägigen Forschungsergebnisse, die Professor A. Geikie kürzlich in der »Nature« (Vol. 29, Nr. 735 und 736) gegeben hat, zum Teil aber auch der ausführlichen Diskussion dieser Frage in Prof. C. Semper's ideenreichem Werke »Die natürlichen Existenzbedingungen der Tiere« (Internat. wiss. Bibliothek, Bd. 39/40), Leipzig 1880, das dem erstgenannten Autor unbekannt geblieben zu sein scheint, da er wohl die ersten Publikationen Semper's über diesen Gegenstand, nicht aber jene eingehendste und gründlichste Beleuchtung desselben aus den letzten Jahren citiert.

Von den vor Darwin aufgetauchten Erklärungsversuchen hatte am meisten Anklang jener gefunden, welcher die ringförmigen Riffe im offenen Meere als auf den Rändern unterseeischer Krater senkrecht emporgewachsene Korallenmauern ansah. Dagegen blieb merkwürdigerweise die schon früher von Chamisso ausgesprochene, auf ganz richtige Beobachtung gegründete und, wie Darwin selbst sagt, »bessere« Ansicht ziemlich unbeachtet, die Ringform beruhe einfach darauf, dass die am Rande eines von Korallen besiedelten Gebietes befindlichen massiveren Formen in der Brandung rascher wachsen könnten als die zentralen. Beide Versuche ignorierten aber die Kanal- und die Küstenriffe vollständig, ebenso auch die allerdings erst später ermittelte Thatsache, dass die echten Riffkorallen nur in sehr geringen Tiefen leben. Indem Darwin diese Lücken ergänzte und zugleich seine Theorie mit der geologischen Folgerung verknüpfte, dass weite Strecken der Erdoberfläche in säkularer Hebung und Senkung begriffen sein können, schien er alle Einwürfe beseitigt und die interessante Frage definitiv erledigt zu haben, ja die Korallenriffe galten von nun an ihrerseits als die gewichtigsten Zeugen für das Vorkommen und den Verlauf solcher Hebungs- und Senkungs-

erscheinungen. — Eine beinahe rückhaltlose Bestätigung erfuhr die Theorie sodann durch Dana, der als Teilnehmer an der Wilkesschen Expedition 1838—42 eine ausserordentlich grosse Anzahl von Koralleninseln zu untersuchen Gelegenheit hatte und Darwin's Fundamentalsatz, dass sich Atolls und Kanalriffe nur während der Perioden der Senkung bilden können, uneingeschränkt annahm. Während aber nach Darwin Küstenriffe nur in Perioden der Ruhe oder noch mehr der neuerlichen Hebung entstehen sollen — wie er denn auch durch seine Karte zu veranschaulichen sucht, dass aktive Vulkane nur in solchen Regionen vorkommen, die nach dem Bau der in ihnen vorhandenen Riffe bloss Hebungsgebiete sein können — fordert Dana als Bedingung für das Entstehen von Küstenriffen sogar eine noch stärkere Senkung in jüngster Vergangenheit als für die übrigen Formen. Damit war nun freilich einer der Hauptvorzüge von Darwin's Ansicht in Zweifel gezogen, die Möglichkeit nämlich, aus dem Charakter eines Riffs die Art der säkularen Bewegung des betreffenden Stückes der Erdrinde zu erschliessen, und in der That erklärt denn auch Dana den ganzen Stillen Ozean für eine Region der Senkung, während Darwin z. B. die Salomons-, Neu-Hebriden-, Schiffer- und Sandwich-Inseln für Hebungsgebiete hält; nach Dana soll sich das westindische Meer gegenwärtig senken, während Darwin es in seiner ganzen Ausdehnung in der Hebung begriffen sein lässt. Trotz dieses keineswegs unwesentlichen Gegensatzes wurden Dana's Forschungen, deren Ergebnisse er nachträglich in dem schönen Werke »On Corals and Coral-Islands« 1872 einem grösseren Publikum zugänglich machte, doch im allgemeinen als Bestätigung der längst feststehenden Auffassung gedeutet, die schon früh auch durch Couthouy 1844 auf Grund seiner Untersuchungen in Westindien und im Stillen Ozean volle Anerkennung gefunden hatte.

Von späteren selbständigen Erklärungsversuchen verdienen bloss noch diejenigen von L. Agassiz und C. Semper besondere Erwähnung. Jener zeigte 1851, dass die Senkungstheorie wenigstens nicht für die von ihm untersuchten Riffe an der Küste von Florida genüge, vielmehr baue sich das Südende der Halbinsel selbst aus einer Reihe konzentrischer Kanalriffe auf, die allmählich mit einander verbunden und verkittet worden seien, und derselbe heute noch stattfindende Vorgang müsse schliesslich auch die sogenannten Keys bis zu den Tortugas-Inseln in festes Land verwandeln. — Semper's Anschauungen dagegen gingen von den Riffen der Philippinen und insbesondere des östlich davon gelegenen kleinen Palau-Archipels aus. Hier konstatierte er die wichtige Thatsache, dass auf einer Strecke von 80 Seemeilen alle drei Arten von Riffen neben einander vorkommen, dass überdies auf der Ostseite des schmalen, fast genau in nord-südlicher Richtung ziehenden Hauptarchipels, wo der Seeboden sehr sanft abfällt, das Riff ganz nahe an die Küste heranrückt und ein echtes Küstenriff darstellt, während es auf der Westseite trotz des steilen Abfalls des Bodens als breites und ansehnlich mächtiges Kanalriff mit stattlicher Lagune erscheint, und dass endlich nicht nur keine Spuren von Senkung, sondern im südlichen Teile des Archipels sogar sehr auffällige Anzeichen einer Hebung seit der letzten geologischen

Epoche zu finden seien, welche die südlichsten Inseln, die wahrscheinlich echte Atolls waren, zu einer Höhe von 400—500 Fuss über dem Meeresspiegel erhoben habe. — Auf die positive Erklärung Semper's, der übrigens die Senkungstheorie für andere Gebiete gern gelten lassen will und nur ihre allgemeine Anwendbarkeit bestreitet, kommen wir weiter unten zurück und gedenken hier bloss noch 1) des berühmten, nach seinem Entdecker benannten Pourtalès-Plateaus im westindischen Meere, einer viele Meilen weiten flachen Erhebung des Meeresbodens, die, in etwa 150 Faden Tiefe liegend und aus Trümmern von Muscheln und Korallen, Sand und Schlamm nebst den Resten dort lebender Tiefseetiere gebildet, mit der Zeit so hoch sich heben muss, dass Riffkorallen darauf weiter bauen und endlich ein wahres Atoll bilden können, und zwar um so schneller, wenn gleichzeitig, wie es wahrscheinlich der Fall ist, eine säkulare Hebung des Meeresbodens stattfindet — und 2) der Bermuda-Inseln, deren Bau sich nach J. Rein (1869) am einfachsten durch die Annahme erklären lässt, dass sie auf die eben angedeutete Weise von einer unterseeischen Bank durch die Thätigkeit der Korallen bis zum Meeresspiegel emporgewachsen sind.

Auch in dieser Frage hat jedoch erst die Challenger-Expedition hinlänglich umfassende Erfahrungen zu Tage gefördert, um die Basis für eine neue Ansicht legen zu können. Ein Bericht von Murray an die Roy. Society von Edinburg (1880) betont namentlich folgende Punkte: 1) Die ozeanischen Inseln sind fast sämtlich vulkanischen Ursprungs und es ist daher höchst wahrscheinlich, dass auch die zahlreichen submarinen Erhebungen und Spitzen auf gleiche Weise entstanden sein werden. Jedenfalls stellen die vorhandenen Inseln nicht, wie Darwin's Theorie es fordert, die letzten Reste eines ausgedehnten versunkenen Kontinents dar. Dass so viele vulkanische Aufschüttungen im offenen Meere gerade bis in das Niveau reichen, auf welchem riffbauende Korallen ihre Thätigkeit beginnen konnten, ist nicht schwer zu begreifen. Ragten sie ursprünglich über den Meeresspiegel hinaus, so werden sie sehr häufig, weil aus lockerem Material aufgebaut, durch die Brandung bis zur unteren Grenze der Wellenwirkung hinab zerstört und so in eine zur Ansiedelung von Korallen trefflich geeignete Plattform umgewandelt worden sein. Blieben sie aber ursprünglich mehr oder weniger tief unterhalb dieses Niveaus, in der Tiefseezone, so trat ein anderer, bisher immer noch weit unterschätzter Faktor in Wirksamkeit, nämlich 2) die Ablagerung unorganischer Reste von pelagischen und Tiefseetieren. Nach den neueren Forschungen kann man sich gar keine Vorstellung von der Fülle des pelagischen Lebens in den tropischen Meeren machen. Murray berechnet, dass in der oberen Region (bis zu 100 Faden Tiefe) auf jede Quadrat- (See-) Meile über 16 000 kg kohlensaurer Kalk in Form von Schalen frei schwimmender Tiere kommen, die denn also nach verhältnismässig kurzer Lebensdauer absterben und als feiner Regen in die Tiefe sinken, um hier zum Teil einer zweiten, ebenfalls sehr reichen und vielfach mit Kalkschalen versehenen Fauna zur Nahrung zu dienen[1]. In sehr grosser Tiefe

[1] Vgl. hierzu auch Kosmos XII, S. 143 u. 369.

(unter ca. 2000 Faden) scheinen die herabsinkenden Kalkschalen allerdings infolge des grösseren Gehaltes des Seewassers an Kohlensäure bald aufgelöst zu werden, oder sie gelangen gar nicht bis auf den Grund, weil ihnen schon während des langsamen Herabsinkens ein gleiches Schicksal widerfahren ist; in mittleren und geringeren Tiefen aber muss dadurch eine Erhöhung des Bodens und vorzüglich der einzelnen in solche Höhen emporreichenden vulkanischen Kegel erfolgen, die allmählich einer immer reicheren und mannigfaltigeren Fauna von Schwämmen, Hydroiden, Tiefseekorallen, Alcyonarien, Anneliden, Bryozoen, Echinodermen, Mollusken u. s. w. geeignete Lebensbedingungen darbietet und ein immer rascheres Höhenwachstum der Kegel ermöglicht. Gelangen sie zuletzt in den Bereich der Riffkorallen, so nehmen hauptsächlich diese den vorhandenen Raum in Anspruch, ohne jedoch die übrigen Ansiedler jemals völlig zu verdrängen.

Eine durch das Zusammenwirken der genannten Faktoren bis zum Wasserspiegel aufgeführte Erhebung muss, sie mag auf einem einzelnen Kegel, auf einer breiten vulkanischen Aufschüttung oder auf einem submarinen Bergrücken emporgewachsen sein, bald die Gestalt eines kleineren oder grösseren, rundlichen oder länglichen Atolls annehmen, denn wie schon Chamisso und namentlich Semper betonten und auch Darwin für vereinzelte Fälle zugab, leben die zentralen Teile einer solchen Kolonie unter wesentlich ungünstigeren Verhältnissen als die peripherischen, jene werden absterben und nur einen Kranz von lebhaft gedeihenden und immer weiter sich ausdehnenden Korallen übrig lassen. Die Bildung der Lagune im Innern wird noch wesentlich gefördert durch die auch erst neuerdings festgestellte lösende Einwirkung des gewöhnlichen Seewassers auf die toten Korallenstöcke; an ihre Stelle treten dann andere langsamer wachsende Gattungen, weichhäutige Anneliden, Hydroiden u. s. w., die mit spärlicherer Nahrung vorlieb nehmen und auch eine gelegentliche Überschüttung mit Schlamm und Sand ohne Schaden ertragen können.

Auf solche Weise kann aber auch auf einer langgedehnten submarinen Bank eine ganze Reihe von den Rand derselben umsäumenden Atolls entstehen, die je nach der Beschaffenheit ihrer Unterlage mehr oder weniger unregelmässige Formen zeigen, stets jedoch an ihrer peripherischen Seite am kräftigsten entwickelt sein werden. In einem späteren Stadium werden diese deshalb die Neigung erkennen lassen, zu einem grossen Atoll zusammenzufliessen, in dessen Mitte aus den Resten ihrer zentralen Partien und durch Anhäufung von Sand eine flache Insel entstehen mag. So erklärt Murray insbesondere die Riffe der Malediven, Laccadiven, Carolinen und des Chagos-Archipels, welcher letztere gerade von Darwin als Beispiel eines dem Untergang anheimgefallenen Atolls hervorgehoben wurde, dessen Senkung allzu rasch erfolgt sei, als dass die Korallen damit hätten Schritt halten können; in Wirklichkeit haben wir es aber hier wohl umgekehrt mit einem erst in der Ausbildung begriffenen Atoll zu thun.

Allein auch die Erscheinungen der Kanalriffe lassen sich, wie Murray zeigt, bei näherem Zusehen ohne Zuhilfenahme hypothetischer Senkungen erklären. An dem Riff von Tahiti konstatiert er, dass in der Regel ganz übertriebene Vorstellungen hinsichtlich der Meerestiefe un-

mittelbar ausserhalb solcher Riffe und in Zusammenhang damit hinsichtlich der Mächtigkeit derselben vorherrschen. Der äussere Rand des Riffes stürzt allerdings steil ab, kann sogar etwas überhängen; am Fusse desselben stösst man aber nicht auf den eigentlichen Meeresboden, sondern auf einen hoch aufgeschütteten Abhang von toten Korallenblöcken, welche durch die Brandung beständig vom oberen Rande losgerissen werden und mit der Zeit eine geeignete Unterlage für weiter seewärts vorgeschobene Korallenbauten darbieten. Jenseits dieses Abhangs senkt sich der Grund, mit Korallensand bedeckt, unter einem Winkel von höchstens 6 °, so dass einer allmählichen Ausdehnung der Peripherie des Riffs nach Herstellung der erwähnten Unterlage nichts im Wege steht. Dazu kommt endlich noch, das hier wie anderwärts zahlreiche Beweise von neueren Hebungen des Bodens vorliegen, was ja auch mit der vulkanischen Natur desselben durchaus in Einklang steht, dagegen der Theorie von über ganze Ozeane hin sich erstreckenden Senkungsgebieten direkt widerspricht. Murray glaubt daher die letztere gänzlich verlassen und die Bildung der Koralleninseln ausschliesslich auf die angedeuteten Einwirkungen zurückführen zu sollen.

Semper ist, wie schon angedeutet wurde, insofern selbständig zu ganz ähnlichen Ergebnissen gekommen, als auch er die Senkungstheorie für zahlreiche und namentlich für die von ihm genau untersuchten Fälle bestreitet, die Bedeutung der Tiefseetiere als Vorläufer der Riffkorallen auf untermeerischen Erhebungen betont und die vermeintliche ausserordentlich grosse Mächtigkeit der meisten Korallenriffe in Abrede stellt; nach ihm sind es aber ausser der Konfiguration des Meeresgrundes vor allem auch die Stärke und die Richtung der vorherrschenden Meeresströmungen, welche die Gestalt und den Typus der Korallenbauten bedingen. Seine Darlegung geht von der scheinbar gar nicht hierher gehörigen Thatsache aus, dass die so häufig auf lebenden Korallen sich festsetzenden kleinen Krebse zwar von diesen gewöhnlich vollständig umwachsen werden, sich aber doch einen oder zwei bald trichter-, bald spaltförmige Zugänge zu ihrer Höhle offen zu halten vermögen, indem der von ihnen erregte Atemwasserstrom die Polypenkelche zwingt, ihre regelmässige, senkrecht zur Oberfläche des Stockes orientierte Wachstumsrichtung zu verlassen, sich mehr oder weniger schief zur Strömungsrichtung zu stellen und eine derselben im ganzen parallel verlaufende Mauer zu bilden. Die Wirksamkeit dieses Faktors erkannte Semper in grossem Massstabe deutlich an der Küste von Mindanao (Philippinen), wo eine konstante ziemlich starke Strömung durch einen schmalen Kanal gerade auf eine kleine Insel zufliesst, vor welcher er sich natürlich teilt, um hinter ihr wieder zusammenzufliessen: an den Küsten jenes Kanals bilden die von Astraeen, Poritiden, Madreporen u. s. w. aufgebauten Korallenriffe schmale, schroff abfallende Mauern, weil sie hier von der Strömung zu senkrecht aufsteigendem Wachstum gezwungen waren; in dem Dreieck vor und ebenso hinter der Insel dagegen, wo das Wasser verhältnismässig ruhig ist, wachsen dieselben Arten nach allen Richtungen hin, meist in isolierten Blöcken, selbst die ästigen Formen gehen unverkennbar stark in die Breite; es senkt sich also auch das ganze Riff

sehr allmählich gegen die Tiefe des Kanals hin, um jedoch zu beiden Seiten der Insel, an denen der Strom vorbeistreicht, abermals zur senkrechten Mauer zu werden. Wesentlich übereinstimmende Beobachtungen machte Semper auch an anderen Stellen der Philippinen und ebenso auf den Palauinseln. Hier stösst der nordäquatoriale ostwestliche Strom des Stillen Ozeans im Verein mit den Flut- und Ebbeströmungen gerade gegen die östliche Breitseite der Inselgruppe, steigt auf dem hier langsam sich hebenden Boden des Meeres gegen die Küste an und verhindert das senkrechte Emporwachsen der Riffkorallen, und dies ist die einfache Ursache dafür, dass das eigentliche Riff trotz des sanften Abfalls des Grundes doch ganz nahe an die Küste herangerückt ist und dass zwischen beiden keine Lagune entstehen konnte. Nachdem aber der Strom, in viele Arme geteilt, sich zwischen den Inseln hindurch ergossen, wenden sich diese auf der Westseite des Archipels z. T. nord- und südwärts, streichen tangierend an derselben entlang und bedingen dadurch ein steiles Emporwachsen des Riffs, das sich als auf einer untermeerischen Bank mit schroffem westlichem Abfall aufgeführtes echtes Kanalriff darstellt, trotzdem besonders an seinem südlichen Ende die sichersten Anzeichen einer Hebung zu finden sind. Die Entstehung der breiten Lagune und der von dieser zum Meere führenden, das Riff durchbrechenden Kanäle, welche 30—45, bei dem kleinen und offenbar jüngeren Atoll Kreiangel nur 6—10 Faden Tiefe haben, ist der lösenden und auswaschenden Einwirkung des Wassers auf die zentralen abgestorbenen Partien zuzuschreiben, was am deutlichsten daraus erhellt, dass die Lagune nicht etwa, wie man sich gewöhnlich vorstellt, ein gleichmässig tiefes, flaches und ruhiges Becken ist, sondern viel eher ein System verästelter, von den Hauptabflusskanälen sich abzweigender und gegen die innere und äussere Peripherie der Lagune hin immer seichter werdender Rinnsale bildet, in denen fast beständig eine starke Strömung herrscht. Nach alledem kann es nicht länger zweifelhaft sein, dass in der That die Strömungsverhältnisse einen wesentlichen Anteil an der Gestaltung und dem Vorkommen der Riffe haben und dass je nach den Besonderheiten dieses Faktors auf ruhendem oder selbst in Hebung begriffenem Boden alle irgend denkbaren Formen von Riffen entstehen können.

Die eingehendste und mit allen Hilfsmitteln der Gegenwart durchgeführte Untersuchung haben endlich die Riffe an der Südspitze von Florida durch A. Agassiz [1] erfahren, der hier das Werk seines Vaters zum schönsten Abschluss brachte. Er stellte mit völliger Sicherheit fest, dass ein Teil von Florida in der späteren Eocänzeit in Form eines langen niedrigen Rückens aus dem Meere gehoben wurde, der sich aber nach Süden weit unter dem Meeresspiegel fortsetzte — ein Vorgang, der nebenbei bemerkt zugleich eine Verschiebung des Golfstroms nach Osten hin zur Folge haben musste. Auf diesem und den angrenzenden Gebieten des Meeresbodens entfaltete sich nun ein ungemein reiches Tierleben, von dessen ausserordentlicher Fülle erst die neuesten Dredgeungen eine Vorstellung gegeben haben. Nicht selten wurden grosse Blöcke eines ganz rezenten Kalksteins herauf-

[1] „On the Tortugas and Florida Reefs“ in: Trans. Amer. Acad. XI. 1883.

gebracht, der sich ausschliesslich aus den Resten derselben Arten zusammensetzt, welche heute auf diesem Bezirke leben. Diese über viele tausend Quadratmeilen ausgedehnte Gesteinsbildung mag wohl mehrere hundert Fuss mächtig sein. Unzweifelhaft sind es die von Südosten ins Caribische Meer und den mexikanischen Golf eintretenden warmen äquatorialen Meeresströme, welche durch reichliche Zufuhr von pelagischer Nahrung ein solch üppiges Gedeihen der Tiefseefauna ermöglichen, wie sie denn auch nur an einer Stelle der Erde, im Kuro-Siwo an der japanischen Küste ihresgleichen findet, während umgekehrt die Westküsten aller Kontinente eine auffallend spärliche Littoral- und Tiefenfauna aufweisen, weil ihnen eben solche warme Wasserströme fehlen.

Ganz besonders reichlich musste sich dies Leben natürlich auf den zahlreichen unterseeischen Erhebungen des westindischen Meeres entfalten, die zwischen Zentralamerika und Jamaica, an der Küste von Yukatan, Honduras u. s. w. bis hinüber nach Cuba sich erstrecken und wohl alle vulkanischen Ursprungs sind, wie die vielen Beweise neuerer Hebungen andeuten: auf Martinique steigen rezente vulkanische Gesteine bis 4000 Fuss empor, auf Guadeloupe und den Barbadoes finden sich zahlreiche Terrassen rezenter Kalksteine und auf Cuba liegen einige Korallenriffe nicht weniger als 1100 Fuss ü. M. Sobald nun, durch Hebung allein oder zugleich durch Anhäufung tierischer Reste, die für Riffkorallen geeignete Tiefenzone erreicht ist (welche übrigens, wie Agassiz nachweist, in diesen Meeren wenigstens nicht unter 7 bis höchstens 10 Faden hinabgeht), beginnt die Reihe jener Riffbildungen in den verschiedensten Graden der Entwickelung aufzutreten, wie sie namentlich an der Südspitze von Florida genau sich verfolgen liessen. Hier zieht eine lange vielfach unterbrochene Linie von Inselchen, Sandbänken und schmalen Landstreifen erst parallel der Küste südwärts, dann allmählich immer stärker umbiegend westwärts, um mit der Riffgruppe der Tortugas zu endigen. Diese eigentümliche Krümmung ist hauptsächlich dem Einfluss einer starken, 10—20 Meilen breiten Gegenströmung zuzuschreiben, welche zwischen der Küste und dem linken Rande des Golfstroms nach Westen zieht und eine Menge organischer Reste mit sich führt, die er in seinem Verlaufe immer weiter westwärts ablagert, während weiter östlich ein Riff ums andere emporwächst und sich zuletzt dem festen Lande unmittelbar anschliesst. Auf die Beschreibung der einzelnen Etappen dieses beständig weitergreifenden Vorgangs können wir hier nicht eingehen; es sei bloss noch folgendes hervorgehoben. Brandung und Sturmfluten richten gewaltige Verheerungen unter den Riffen an: oft färbt sich die See sechs bis zehn Meilen weit von den zermalmten Kalkteilchen weisslich. Abgebrochene Knollen und Äste von Korallen, tote Korallinenalgen, Muschel- und Schneckenschalen, Serpularöhren, Gorgonidengerüste und andere Reste werden dann in Form von niedrigen Dämmen längs der Riffe aufgeworfen und bald im Innern derselben als bewegliche Dünen zusammengehäuft, oder sie bilden submarine Bänke, welche durch teilweise Auflösung zu festen Massen mit steilem Abfall bis zu 33^0 zusammenbacken und so die Anlage neuer Riffe begünstigen.

Fassen wir alle diese und die oben erwähnten Resultate zusammen,

so erhalten wir eine schon sehr zuverlässige Grundlage, um die Entstehung und Verbreitung der Korallenriffe erklären zu können. Jedenfalls können Kanalriffe und Atolls auch ohne Senkung des Bodens, ja sogar bei Hebung desselben ebensogut sich entwickeln wie Küstenriffe, und ihre spezielle Form und Anordnung scheint von so zahlreichen Einflüssen abzuhängen, dass gewiss Semper's Forderung, es müsse jeder einzelne Fall besonders geprüft werden, vollberechtigt erscheint. Vom Standpunkt der Senkungstheorie könnte man nun zwar noch auf manche Schwierigkeiten hinweisen, die scheinbar nur durch sie befriedigend erklärt werden: von allgemeinerer Bedeutung sind jedoch bloss die folgenden drei Punkte: 1) Nur die Annahme, dass bei langsamer Versenkung eines Kontinents eine Erhöhung, eine Bergspitze um die andere bis ins Niveau des Meeres gelangt und von da an durch die Korallen auf gleicher relativer Höhe erhalten wird, scheint die Existenz so zahlreicher Koralleninseln begreiflich zu machen. Allein wenn wir auch diese Ursache für einen gewissen Bruchteil der Fälle anerkennen, so haben wir zur Erklärung des Restes nicht weniger als drei andere Thatsachen zur Verfügung, welche vereinzelt oder kombiniert jenes Endresultat herbeigeführt haben können: allgemeine Hebung, insbesondere aber einerseits Reduzierung vulkanisch aufgeschütteter Inseln durch die Atmosphärilien bis aufs Meeresniveau, anderseits Erhöhung submariner Bänke und Spitzen durch organische Reste, was beides schliesslich einen zur Ansiedelung von Riffkorallen geeigneten Boden schafft. — 2) Die »unergründliche« Tiefe, in welche der Aussenrand von Kanalriffen und Atolls abstürzen oder aus welcher die Riffmauer fast senkrecht aufsteigen soll, ist freilich nur denkbar, wenn die Basis der Mauer sich einst dicht unter dem Meeresspiegel befand. Allein wo sind die Beweise für jene Tiefe und für den Aufbau dieser ganzen Riffmasse aus an Ort und Stelle gewachsenen Korallen? Wie übertrieben die Vorstellungen über den ersten Punkt zumeist sind, haben wir bereits gesehen. Bezeichnend ist auch, dass das Riff der Gambier-Inseln z. B. von Darwin auf 2000, von Dana dagegen das eine Mal auf 1750, das andere Mal auf 1150 Fuss Mächtigkeit berechnet wird — stets aber unter der gewiss irrigen Voraussetzung, dass die Neigung der Oberfläche an der Küste sich auch unter dem Meere beliebig weit in gleicher Stärke fortsetze. Noch weniger aber ist in irgend einem Falle der zweite Beweis erbracht worden, während anderseits die Beobachtungen von Agassiz und Murray es höchst wahrscheinlich machen, dass ein Riff durch beständige Abbröckelung am Aussenrande und Verkittung der Trümmer mit den Resten anderer Seetiere sich eine beliebig weit hinaus und in die Tiefe reichende Basis zur fortwährenden Vergrösserung seines Umfangs zu schaffen vermag. — 3) Die grosse Tiefe mancher Lagunen von Atolls (bis zu 40 Faden) und vieler Lagunenkanäle endlich würde nur unter Annahme einer Senkung erklärlich sein, wenn uns nicht die lösende und auswaschende Kraft des strömenden Wassers bekannt wäre, wofür oben schon Semper's Beobachtungen angeführt wurden.

Erweisen sich diese Einwände somit den neueren Erfahrungen gegenüber nicht mehr als stichhaltig, so werden wir anderseits durch Verlassen der Senkungstheorie von zwei bedenklichen Unzuträglichkeiten befreit, deren

Gewicht man eigentlich schon längst gefühlt hatte, ohne es richtig anerkennen zu wollen. Wenn die Koralleninseln des Stillen und Indischen Ozeans die letzten Reste versunkener Kontinente sind, warum findet man auf ihnen nirgends die für die kristallinischen Gesteine anderer Festlandsmassen so charakteristischen Mineralien? Sie bestehen thatsächlich nur aus vulkanischem Material oder dann aus Korallenkalk. Und zweitens: der unmittelbaren Beweise für Senkungen im Gebiet der Kanalriffe und Atolls sind es so wenige und so lokale und diese lassen sich so ungezwungen auf andere zufällige Ursachen zurückführen (Einsturz von im Korallenkalk ausgewaschenen Höhlen, Zusammensinken des Schuttwalles, auf dem der äussere Teil des Riffes steht, u. s. w.), dass die Senkungstheorie in der That schon deswegen recht schwach begründet erscheint, während anderseits in direktem Widerspruch mit ihr aus allen Teilen der Korallenmeere eine Menge von Thatsachen bestimmt für neuere Hebungen von sehr verschiedenem Grade und Umfang zeugen — Thatsachen, die teilweise schon Dana zusammengestellt hat.

So dürfen wir denn wohl nicht länger zögern, das schöne einheitliche Gebäude von Darwin's Senkungstheorie zu verlassen und die Riffe als das Ergebnis einer grossen Zahl verschiedener Faktoren aufzufassen, deren Produkt im einzelnen ebenso mannigfaltig sein kann wie die Art ihres zufälligen Zusammenwirkens. Am fühlbarsten dürfte die dadurch entstehende Lücke in der Geologie werden, welche sich genötigt sehen wird, ihre Beweise für weit ausgedehnte säkulare Hebungen und Senkungen einer gründlichen Revision zu unterziehen; aber auch der Biologie erwächst daraus die Verpflichtung, mit neuen, jedes Detail berücksichtigenden Studien in die Lebenserscheinungen jener zierlichen Baumeister des Meeres einzudringen und dieselben als Glieder der grossen Biocoenose, in welcher sie ihre Existenzbedingungen finden, begreifen zu lernen.

Die Verwandtschaftsbeziehungen der Malakostraken.

Die unter diesem Namen zusammengefassten höheren Krebse bilden unzweifelhaft, trotz der grossen äusserlichen Verschiedenheit ihrer Vertreter (Flohkrebs, Assel, *Mysis*, Flusskrebs, Krabbe etc.), doch eine aus gemeinsamer Wurzel entsprungene Gruppe, was schon die eine Thatsache beweist, das bei ihnen allen, im Gegensatz zu der wechselnden Segmentzahl der niederen Krebse oder Entomostraken, stets 5 Segmente (mit Antennen und eigentlichen Mundgliedmassen) auf den Kopf, 8 auf den Thorax und 7 auf das Abdomen kommen. Innerhalb der Gruppe selbst stellt man gewöhnlich Arthrostraken und Thorakostraken einander gegenüber, neuerdings wird jedoch (von Claus) beiden noch die Abteilung *Leptostraka* mit dem einzigen Repräsentanten *Nebalia* (und *Paranebalia*) vorangestellt, als Übergangsglied von den Phyllopoden her, mit denen diese Gattung bisher vereinigt worden war. Zu einer wesentlich andern Einteilung ist J. E. V. Boas auf Grund einer genaueren Prüfung der anatomischen Verhältnisse insbesondere der Gliedmassen gekommen

(Morphol. Jahrb. VIII, 1883). Zunächst erklärt er die ersten oder inneren Antennen (die Antennulae) für nicht zur Reihe der eigentlichen Gliedmassen gehörige Gebilde, vielmehr für echte Sinnesorgane ähnlich wie die Stielaugen, die man ja früher auch den Gliedmassen zugezählt hat. Ihre beiden Äste oder Geisseln entsprechen nicht etwa den Ästen des typischen Krustaceenspaltfusses (dem Exo- und Endopodit), denn der äussere Ast entspringt hier stets vom zweiten, bei der ersten Antenne dagegen vom dritten Gliede, ausserdem fehlt das Äquivalent des inneren Astes noch beim Nauplius und allen Entomostraken, dieser stellt also eine neue Erwerbung der Malakostraken dar, während der äussere Ast mit seinen Riechborsten die Fortsetzung des primitiven Anhangs bildet.

Nebalia hält Boas für näher mit den Phyllopoden als mit den Malakostraken verwandt, worauf auch in der That die Form ihrer Thorakalfüsse, die gesonderten Brustringe und die Schwanzgabel hinweisen: dass sie aber dabei eine eigenartige Richtung eingeschlagen hat und also keine reine Ahnenform ist, verrät schon der Umstand, dass sie das Ei nicht als Nauplius, sondern in einem dem fertigen Tiere bis auf die noch rudimentäre Schale sehr ähnlichen Zustand verlässt. — Unter den Thorakostraken selbst pflegt man gegenwärtig zumeist die niederen und jeweils nur durch wenige Formen repräsentierten Ordnungen der Cumaceen, Squilliden und Schizopoden von der höheren und reich gegliederten Gruppe der Dekapoden zu unterscheiden, ja Claus vereinigt die beiden letztgenannten Abteilungen als Unterordnungen zu einer gemeinsamen Ordnung der Podophthalmen. Dem gegenüber betont Boas vor allem, dass die Schizopoden keine natürliche Einheit darstellen. Die eine Abteilung derselben, die Euphausiiden, umfasst sehr primitive Formen: alle Thorakalfüsse sind noch gleichartig gebildet; 7 Segmente des Thorax bleiben frei; der Embryo verlässt das Ei als Nauplius, der sodann eine sehr vollständige Metamorphose mit Protozoaea-, Zoaea- und noch anderen Stadien durchläuft; die Spermatozoiden sind einfache Zellen ohne Geisselanhang. Daneben haben sie aber doch auch einige sekundäre Anpassungscharaktere erworben, so die Kleinheit des Rückenpanzers, die mehr oder weniger vollständige Rückbildung des 8. (bei *Euphausia* auch des 7.) Thorakalfusses u. s. w. — Die andere Abteilung der Schizopoden dagegen, die Mysideen, repräsentiert einen weiteren Fortschritt, der entschieden zu den Arthrostraken hinüberleitet: von den Brustgliedmassen sind die erste oder die beiden ersten zu Kieferfüssen umgestaltet: die vorderen Brustsegmente verwachsen mit dem Rückenschild, das jedoch verhältnismässig klein bleibt; von den kurzen Basalgliedern der Brustbeine wachsen beim Weibchen breite Brutplatten nach innen, welche wie bei den Isopoden die junge Brut während ihrer ganzen Entwickelung beschützen; letztere ist dementsprechend sehr verkürzt, der Embryo besitzt beim Verlassen des Eies ausser den Naupliusanhängen bereits einen langen Schwanz, und endlich haben die Spermatozoiden fadenförmige Anhänge, was beides auch den Isopoden zukommt.

Diese lassen sich denn in der That ganz leicht von einem *Mysis*-artigen Vorfahren ableiten, an welchem sich allmählich der Rückenschild, die Augenstiele, der innere Ast der Antennulae, die Antennenschuppe, die

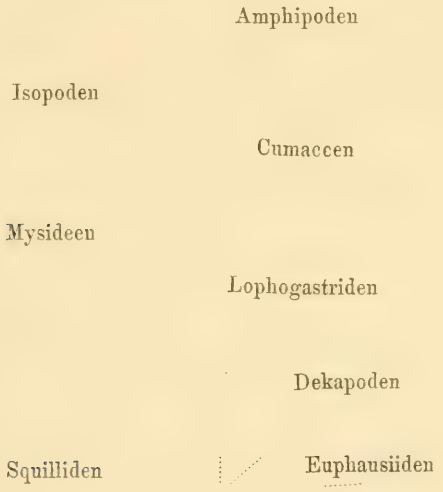
äusseren Äste der Brustgliedmassen und die Schwanzregion mehr oder weniger rückgebildet haben. Dass Sitzaugen und Mangel eines Rückenschildes primitive Charaktere sein sollen, wie man gewöhnlich annimmt und auf Grund dessen man die Arthrostraken als ursprünglichere Gruppe den Malakostraken voranzustellen pflegt, widerlegt sich durch einen Blick auf so viele Phyllopoden mit gestielten Augen und einem mächtigen Rückenschild, den ja auch die paläontologisch ältesten Formen zumeist ausgebildet zeigen. Zur direkten Ableitung der Arthrostraken von phyllopodenartigen Vorfahren fehlt überdies jeder Anhalt, während die Annahme von Boas, dass Euphausiiden und Mysideen die Übergangsglieder vertreten, sehr plausibel erscheint. Vielleicht dürften auch die merkwürdigen Scherenasseln (*Tanaidae*), die man früher gern als »stieläugige Edriophthalmen« charakterisierte, als vorletztes Glied in diese Übergangsreihe gehören. Die Amphipoden würden hiernach eine noch stärker abweichende Gruppe darstellen, welche denn auch mehrfache Rückbildungen an einzelnen Gliedmassen aufweist.

Was die oben erwähnten Cumaceen betrifft, so hält Boas auch sie für einen Seitenzweig der Isopodenvorfahren. Allerdings besitzen sie gleichfalls sessile Augen, die sogar zu einem unpaaren Organ verschmelzen, das Weibchen ist mit Brutplatten ausgestattet, der Rückenschild ist klein und lässt 5 (resp. 4) Brustsegmente frei, die Entwickelung stimmt wesentlich mit derjenigen der Isopoden überein; doch zeigen sie auch gewisse Besonderheiten, die zum Teil noch primitiver sind als die entsprechenden Verhältnisse der Mysideen. — Die Dekapoden sodann lassen sich trotz ihrer äusserlichen Ähnlichkeit mit Mysideen doch nur mit den viel ursprünglicheren Euphausiiden in nähere Beziehung bringen. Besonders wichtig als verknüpfende Form ist *Penaeus*, bei welchem, wie uns Fritz Müller gelehrt hat, die freie Nauplius- und die Protozoaeaform noch sich erhalten haben, ebenso die einfache zellige Gestalt der Spermatozoiden und der Besitz von sogenannten Epipoditen an den Thorakalfüssen. Mit den Euphausiiden haben sie ferner die Verwendung des ersten Abdominalfusspaares beim Männchen zum Begattungsorgan und die Befruchtung durch Spermatophoren gemein. Dagegen haben sie allerdings noch sehr wichtige selbständige Neuerwerbungen gemacht: so die Umbildung der drei ersten Brustgliedmassen zu Kieferfüssen, die Verwachsung sämtlicher Brustsegmente mit dem Rückenschilde, die Entwickelung mächtiger büschelförmiger Kiemen als Auswüchse der Thoraxwand u. s. w.

Fast am isoliertesten stehen endlich die Squilliden (Stomatopoden) da. Ihr Rückenschild ist kurz, die Brustsegmente bleiben mit Ausnahme des ersten sämtlich frei, die drei letzten Brustgliedmassen sind noch einfache spaltästige Ruderfüsse, die breiten Schwimmfüsse des Abdomens tragen aussen wohlentwickelte Kiemenbüschel, das Herz ist langgestreckt und vielkammerig wie bei Phyllopoden und *Nebalia*, während es bei allen andern Malakostraken nur drei Ostienpaare besitzt; die Larvenentwickelung überspringt wie es scheint das Naupliusstadium und beginnt gleich mit der sog. Erichthusform, welche von der Zoaea der Dekapoden bedeutend abweicht; die Larve ist mit der für die niederen Krebse charak-

teristischen Schalendrüse ausgerüstet, die sonst nur noch bei *Sergestes* vorkommt. Wenn sich die Squilliden durch alle diese Eigentümlichkeiten als einen sehr alten Zweig des Malakostrakenstammes kennzeichnen, so dokumentieren sie anderseits durch die hohe Differenzierung ihrer fünf vorderen Brustgliedmassen eine Selbständigkeit, welche sie weit von der einfachen Vorfahrenlinie entfernt.

Das Gesamtresultat seiner vergleichenden Betrachtung veranschaulicht uns der Verfasser zum Schluss in folgendem Stammbaum der Malakostraken.



Wir fügen dem bloss noch die Bemerkung bei, dass diese Gruppierung, abgesehen von der allerdings sehr wichtigen Auflösung der Schizopoden, ziemlich genau zusammenfällt mit derjenigen, zu welcher schon Balfour (in der Vergleichenden Embryologie, I. Band, S. 434) auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Erwägungen gelangt ist, freilich ohne dieselbe eingehender zu motivieren.

Geologie.

Die Eiszeit in den deutschen Alpen, nach A. Penck.

(Schluss.)

II. Ältere Vergletscherungen von Oberbayern und Nordtirol.

Überblickt man sämtliche Spuren des Glazialphänomens in unserm Gebiet, so erkennt man, dass nicht alle sich auf die oben geschilderte letzte Vergletscherung zurückführen lassen.

Nördlich von Innsbruck findet sich eine alte Breccie, die Höttinger Breccie, das verfestigte Material eines alten Schuttkegels. Diese Breccie bildet, wie Penck entdeckte, das Hangende typischer Moränen. Sie selbst führt vielfach Urgebirgsgesteine und es gelang sogar 1883 auf einer Exkursion, an welcher sich Referent beteiligte, einen grossen deutlich geschrammten Kalkblock in derselben zu entdecken. Nur spärliche und undeutliche Pflanzenreste finden sich in derselben, so dass ihr Alter sich nicht mit Sicherheit bestimmen lässt. Im Höttinger Graben sieht man, dass diese Breccie von dem unverfestigten Schutt eines Wildbachs überlagert wird, welcher gleichfalls reichlich Urgebirgsgeschiebe führt, viel reichlicher, als sie sich in der Breccie nachweisen lassen. Dieser Schutt seinerseits wird wieder von Grundmoränen überlagert. Fasst man diese Verhältnisse ins Auge und bedenkt man, dass das Auftreten von Urgebirgsgeschieben am Nordgehänge des Innthals nur durch Gletscher zu erklären ist, die das Innthal erfüllten, so ergibt sich folgende Geschichte der Gegend von Innsbruck:

1) Erste Vergletscherung, welche bei ihrem Rückzuge die Moränen hinterlässt, die heute das Liegende der Breccie bilden.

2) Bildung eines grossen Schuttkegels; die Gehänge des Innthals sind mit Pflanzen bewachsen, deren Reste sich in der Breccie finden; Verfestigung des Schutts zur Höttinger Breccie; Erosion derselben.

3) Vermutliche neue Verbreitung von Gesteinen der Zentralalpen über die nördlichen Kalkalpen, vielleicht durch eine zweite Vergletscherung.

4) Anhäufung von dem Schutte eines Wildbaches über der Breccie, in welchem sich die Urgebirgsgeschiebe der gemutmassten zweiten Vergletscherung finden. Vertiefung des Innthals bis zu seiner heutigen Tiefe.

5) Herannahen der letzten Vergletscherung. Anhäufung der untern Glazialschotter; Ablagerung von Moränen auf der Höhe und an den Gehängen der Terrasse, Rückzug der Vergletscherung.

6) Erosion des Innthals; Bildung der Schluchten in der Terrasse; Ablagerung von Schuttkegeln auf derselben.

Dieser Gang der Ereignisse lehrt, dass die drei verschiedenen Vergletscherungen der Gegend von Innsbruck, von denen zwei durch Penck nachgewiesen, die dritte wahrscheinlich gemacht worden ist, durch Zeitabschnitte nicht geringer Dauer von einander getrennt sind. Es ist daher kaum anzunehmen, dass sie durch Oszillationen einer und derselben Eiszeit erzeugt wurden.

Nun finden sich in den Kalkalpen noch mehrere ganz ähnliche Breccien, welche nachweislich in bezug auf die letzte Vergletscherung präglazial sind und teilweise, wie z. B. eine Breccie im Isarthal, zugleich Urgebirgsgeschiebe führen. Penck hält es daher für sehr wahrscheinlich, dass sie als gleichartige Bildungen auch gleichaltrig mit der Höttinger Breccie, d. h. interglazial sind.

Es gelang Penck, auch für die zweifache Vergletscherung des Illerthals einen unanfechtbaren stratigraphischen Beweis in einem Lager diluvialer Kohlen zu entdecken, welches sich in einer mächtigen Schicht alpinen Gerölls eingebettet findet, die ihrerseits von Grundmoränen übervagert und unterteuft wird.

Die Annahme blosser Oszillationen einer und derselben Vergletscherung erklärt, wie Penck ausführt, diese Verhältnisse nur gezwungen, da sie sowohl Voraussetzungen als auch Ergebnisse kompliziert. Alle Schwierigkeiten fallen mit der Annahme von mindestens zwei scharf getrennten allgemeinen Vergletscherungen. Dasselbe Resultat, zu welchem Heer durch paläontologische Gründe geführt wurde, gewann Penck aus stratigraphischen Verhältnissen.

Nicht allein im Gebirge, auch auf der Hochebene finden sich Spuren von älteren Vergletscherungen. Es werden an vielen Stellen die unteren Glazialschotter von einer festverkitteten Nagelfluh unterteuft, welche von denselben durch eine Schicht Verwitterungslehm bald mehr bald weniger deutlich geschieden ist. Ihre Südgrenze verläuft analog der oben gezogenen Nordgrenze der Moränenzone und bildet wie diese der Mündung eines Thales in die Hochebene gegenüber bald mehr bald weniger tiefe Ausbuchtungen nach Norden. Diese Nagelfluh besitzt ganz den Charakter der unteren Glazialschotter: wie diese ist sie eine rein fluviatile Ablagerung; sie führt nicht nur an Stellen, wo sich ein solches Vorkommen nur durch Gletscher erklären lässt, Urgebirgsgesteine, sondern auch an ihrer Südgrenze gekritzte Geschiebe; ihre Mächtigkeit nimmt wie die der unteren Glazialschotter von Süden nach Norden fortwährend ab. Kurz alles weist darauf hin, dass ihre Bildung unter denselben Verhältnissen vor sich ging wie die der unteren Glazialschotter, dass sie also glazialen Ursprungs ist. Derselben Vergletscherung können aber beide Schottersysteme ihre Entstehung nicht verdanken, denn die Nagelfluh war nicht allein, wie Gletscherschliffe auf derselben beweisen, schon verfestigt, als die unteren Glazialschotter abgelagert wurden, sondern bereits wieder stark erodiert und oberflächlich verwittert. Ein langer Zeitraum, eine Interglazialzeit muss demnach die Bildung beider getrennt haben. Damit ist die Reihe der Schottersysteme auf der bayerischen Hochebene noch nicht erschöpft: noch ein drittes System glaubt Penck in Schwaben zwischen Nagelfluh und den unteren Glazialschottern nachweisen zu können, von gleicher Zusammensetzung wie jene, nicht verfestigt und von der Nagelfluh und den unteren Glazialschottern durch Erosionserscheinungen und je eine Schicht Verwitterungslehm getrennt.

Die Nordgrenze der Moränenlandschaft, deren Verlauf wir oben kurz beschrieben, ist nicht die Nordgrenze aller Moränenvorkommnisse. Es finden sich noch nördlich von derselben Moränen, deren Grenze nach

Norden wieder dieselben Ausstülpungen zeigt wie die der südlicheren Moränen. Penck nennt jene Moränenzone die äussere. Während die innere Moränenzone uns die typische Moränenlandschaft darstellt, macht die äussere Moränenzone einen sehr verwaschenen, alten Eindruck: die Gliederung in Wälle fehlt hier bereits; die Erosion hat die Moränen stark zerfetzt; Löss lagert vielfach auf ihnen; die in dieselben eingeschnittenen Thäler sind mit unteren Glazialschottern angefüllt, die mehrfach sich direkt unter die Moränen der inneren Zone fortsetzen. Mithin sind die Moränen der äusseren Zone älter als die unteren Glazialschotter, also auch älter als die letzte Vergletscherung. Auf der andern Seite sind sie aber auch weit jünger als die diluviale Nagelfluh, da sie in Thälern derselben eingelagert sind und Bruchstücke derselben führen. Mithin müssen sie der zweiten Vergletscherung zugezählt werden, deren Schotter Penck (vergl. oben) in Schwaben fand.

Im Gebirge wie in der Ebene finden sich also Spuren mehrerer Vergletscherungen. Wenn es auch schwer halten würde, nachzuweisen, dass die Spuren der drei in der Ebene nachgewiesenen Vergletscherungen auch den Spuren der drei im Gebirge erkannten Vergletscherungen entsprechen, da sich die Schottersysteme nicht ununterbrochen in die Alpenthäler hinein verfolgen lassen, sondern am Ausgang derselben gänzlich fehlen, so glaubt Penck doch berechtigt zu sein, eher eine gleichzeitige Entstehung der entsprechenden Bildungen anzunehmen als das Gegenteil.

Nach ihm ergibt sich folgende Chronologie der Glazialzeit für Oberbayern und Nordtirol:

1) Erste Vergletscherung; Ablagerung der Moränen im Liegenden der Höttinger Breccie bei Innsbruck und der Kohlen im Illerthal; Verbreitung ausgedehnter Glazialschotter über die Ebene.

2) Erste Interglazialzeit; Verfestigung der Glazialschotter zu der diluvialen Nagelfluh; tief einschneidende Erosion derselben; Bildung von Schuttkegeln in den Alpen und Verfestigung derselben zu Breccien.

3) Zweite Vergletscherung; Ablagerung des mittleren Schottersystems auf der Hochebene und der Moränen der äusseren Zone.

4) Zweite Interglazialzeit; Erosion der Moränen der äusseren Zone; Entstehung des Löss auf denselben; Bildung des Wildbachschuttes bei Höttingen, in welchem sich die Urgebirgsgeschiebe der zweiten Vergletscherung finden.

5) Dritte und letzte Vergletscherung, welche an Grösse der vorhergehenden bedeutend nachsteht, wie der Verlauf der Nordgrenze der von beiden abgelagerten Moränenzonen zeigt. Bei ihrem Eintritt Aufschüttung der unteren Glazialschotter, Erfüllung des Innthals mit denselben; Entstehung der Moränen der inneren Zone sowie der Moränen im Hangenden der Innterrassen; beim Rückzug der Vergletscherung Ablagerung der oberen Glazialschotter.

6) Postglazialzeit; weitere Erosion des Innthales; Herstellung des gegenwärtigen Zustandes.

Penck glaubt diese seine Resultate auf die gesamte Alpenkette übertragen zu können. Die grosse Analogie, welche die diluviale Nagelfluh Südbayerns mit der löcherigen Nagelfluh der Schweiz und ähnlichen

Bildungen bei Lyon und in Oberitalien besitzt, lässt ihn vermuten, dass wir auch in ihnen Spuren einer ersten Vergletscherung der alpinen Vorländer vor uns haben, besonders da die betreffenden Gebilde von manchen Gelehrten bereits für Anschwemmungen einer ersten Vergletscherung angesprochen wurden. Jener Komplex von Erscheinungen ferner, welcher eine dritte Vergletscherung Oberbayerns beweist, vor allem die Scheidung der Moränen in eine äussere und innere Zone, kehrt rings um die Alpen wieder und führte bereits früher zur Annahme zweier Vergletscherungen der Alpen. Penck gelang zuerst der Nachweis, dass die diluviale Nagelfluh keiner der zwei Vergletscherungen ihre Entstehung verdankt, welche die Moränen der äusseren und der inneren Zone ablagerten, dass wir mithin eine dreifache Vergletscherung der Alpen anzunehmen haben.

III. Gletschererosion und Bildung der oberbayerischen Seen.

Die Frage von der Gletschererosion ist vielfach erörtert worden; die Geologen teilen sich in zwei Lager: die einen, wie unter anderem Peschel, Reclus, Rütimeyer und Heim, bestreiten die Möglichkeit einer Erosion durch Gletscher vollständig und wollen diesen nur insofern einen Einfluss auf die Bildung der Seen zugestehen, als sie deren Becken durch das Eis vor dem Zugeschüttetwerden bewahren, sie konservieren; die anderen, wie Ramsay, Dana, Croll, J. und A. Geikie, verfechten die Annahme einer erodierenden Wirkung der Gletscher und lassen die Alpenseen durch dieselben »ausgepflügt« werden. Den letzteren schliesst sich Penck auf Grund seiner Beobachtungen mit aller Entschiedenheit an.

Man hat die Möglichkeit einer Erosion durch Gletscher vielfach bestritten, indem man nachwies, dass der Gletscher an einer bestimmten Stelle nicht erodiert hat. Aber dass der Gletscher an einer Stelle nicht erodiert hat, beweist noch nicht, dass er nirgends erodiert. Auch das Wasser erodiert nicht überall, je nach den Verhältnissen wirkt es auch anhäufend. Das fliessende Wasser erodiert ferner nicht so sehr durch seine eigene Bewegung, als durch die Bewegung der festen Bestandteile, die es als Geschiebe oder Sand mit sich führt. Ebenso der Gletscher: das Eis selbst erodiert gewiss nur wenig; es erodiert dagegen im höchsten Grade mit Hilfe des festen Materials, das es an seiner Sohle mitschleppt: die Grundmoräne ist die Feile, mit welcher der Gletscher arbeitet: Gletscherschliffe und Rundhöcker sind die Spuren dieser Feile. Wie sollte auch eine Masse wie die Grundmoräne, wenn auf 1 qm ihrer Oberfläche ein Druck von etwa einer Million kgr lastet, während sie abwärts bewegt wird, den Untergrund nicht erodieren können? — Penck führt noch andere Beweise für die Gletschererosion an. Es zeigt sich, dass die Grundmoräne je nach dem Untergrund, den sie überschritten hat, verschieden zusammengesetzt ist. Es fanden sich ferner in ihr Kalkblöcke, deren eine Seite nach Art der Gletscherschliffe auf anstehendem Gestein poliert und geschrammt war, während die anderen Teile der Oberfläche unregelmässig gestaltet und gekritzt erschienen. Offenbar war der Block ein Teil eines anstehenden Felsen gewesen, zuerst von der Grundmoräne geschrammt, dann losgebröckelt worden und bei der

Fortbewegung in derselben war seine zum Teil rauhe Oberfläche geglättet und mit den zahlreichen unregelmässigen Kritzen bedeckt worden.

Es ist jedenfalls klar, dass der Gletscher unter Umständen erodieren kann. Aber er kann auch anhäufen. Nicht überall bewegt sich der Gletscher mit gleicher Geschwindigkeit, auch für ihn muss der Satz gelten, dass bei stetigem Fliessen durch jeden Querschnitt des Gletscherbettes in gleichen Zeiten die gleiche Menge Eis hindurchfliesst. Daher wird derselbe Gletscher in engen Thälern rasch, in weiten langsam fliessen. Wo er rasch fliesst, wird er das gesamte Moränenmaterial wie eine Feile über den Boden hinwegschleppen und diesen erodieren; wo er aber nur langsam fliesst, wird er nicht alles Material, das er herbeigeschafft hat, weiter transportieren können; er wird vieles liegen lassen, anhäufend wirken. In den Querthälern der nördlichen Kalkalpen, welche verhältnismässig starkes Gefälle und geringen Querschnitt haben, mussten die Eismassen sich rasch bewegen; daher finden sich dort nur wenig mächtige Moränen an besonders geschützten Stellen, während in den weiten Längsthälern mit geringerem Gefälle, vor allem im Innthal Moränen von 60 bis 100 m Mächtigkeit sich finden. Dass sich in der That die unteren Schichten dieser besonders mächtigen Moränen bereits in Ruhe befanden, während die oberen sich noch bewegten, dass also eine Anhäufung von Moränenmaterial unter dem Gletscher möglich ist, gelang Penck im Innthal zu beweisen.

Abgesehen von alledem beweist schon die ungeheure Menge von Gesteinsmaterial, welche von den Gletschern über die Hochebene verbreitet wurde, wie ausserordentlich stark die Gletscher erodierten. Penck fand, dass alle Glazialablagerungen der Ebene über die Teile des Gebirges ausgebreitet, über welche die oberbayerischen Gletscher sich erstreckten, dieselben überall um 36 m erhöhen würden.

Wenn nun auch die Gletscher erodierten, so sind doch die Thäler, in denen sie flossen, gewiss präglazial und nur in ihren Details von den Gletschern verändert; das zeigen schon die Terrassen des obern und mittlern Innthales, welche, obwohl sie aus untern Glazialschottern bestehen, also beim Herannahen der letzten Vergletscherung gebildet wurden, doch bis zur gegenwärtigen Thalsohle hinabreichen. Dieses könnte nicht der Fall sein, wenn die letzte Vergletscherung das Innthal wesentlich vertieft hätte. Die Schotter selbst sind freilich von den Eismassen stark erodiert worden, wie das Auftreten von Moränen am Fuss der Terrassen deutlich erkennen lässt.

Je weiter man das Innthal abwärts verfolgt, um so mehr nehmen die erhaltenen Reste der unteren Glazialschotter ab, bis sie schliesslich an der Mündung des Thales in die Ebene gänzlich verschwinden. Manche Anzeichen beweisen jedoch, dass sie einst auch hier abgelagert wurden; wenn sie nun nach dem Schwinden der Eisbedeckung fehlen, so können sie nur während der Vergletscherung fortgeschafft, d. h. vom Eis erodiert worden sein. Der Gletscher beschränkte sich nicht nur auf die Entfernung der Schotter, er bildete eine zentrale Depression an seiner Mündung aus, welche bis in die anstehenden Gesteinsschichten hinabreicht. Solche Zentraldepressionen finden sich überall, wo ein Gletscher die

bayerische Hochebene betrat. Der Chiemsee, der frühere Rosenheimer See, dessen Spuren wir in dem Rosenheimer Moos erkennen, der Würmsee, der Ammersee sind von den Gletschern ausgehöhlte Becken, Zentraldepressionen; denn nachdem Penck gezeigt hat, dass die oberbayerischen Alpenseen völlig unabhängig von dem geologischen Bau der Schichten sind, in welche sie eingesenkt sind, dass sie mithin keine Einsturzseen und keine Abdämmungsseen sein können, dass sie ferner auch nicht durch Senkung der Alpenkette oder Hebung der oberbayerischen Hochebene abgesperrte Flussthäler sind, so können sie einzig und allein Erosionsseen sein. Fliessendes Wasser aber kann nie einen See bilden, es ist im Gegenteil der grösste Feind der Seen, indem es deren Abfluss durch Erosion tiefer legt und mit den herbeigeführten Geschieben die Depression auszufüllen bestrebt ist. Einzig und allein die erodierende Kraft der Gletscher kann daher die Seebecken geschaffen haben.

IV. Ursachen der Eiszeit.

Dreimal sind nach Penck die Alpen vergletschert gewesen; zwei Vergletscherungen sind von Helland, Grewingk und Penck in Skandinavien, Russland und Deutschland nachgewiesen worden; gerade in Norddeutschland kann man vielfach zwei verschiedene Grundmoränen durch Zwischenbildungen von einander getrennt meilenweit über einander verfolgen; eine dritte Vergletscherung ist hier freilich noch zu beweisen. Fast in jedem grösseren Gebirge finden sich Spuren einer alten Vergletscherung: nicht nur die Alpen und Skandinavien, der Schwarzwald, die Vogesen, die Pyrenäen, die Karpathen, Schottland waren vereist, auch die Gebirge Nordamerikas lassen keinen Zweifel daran aufkommen, dass hier einst mächtige Gletscher sich entfalteten. Penck hält es angesichts solcher Thatsachen für unstatthaft, die Eiszeit als ein blosses Lokalphänomen aufzufassen; die Vergletscherung der Alpen ist ihm nur »der lokale Ausdruck einer allgemeinen Erscheinung auf der Erde«, einer allgemeinen Eiszeit. Alle Hypothesen, welche die Eiszeit aus lokalen Verhältnissen zu erklären suchen, weist er dementsprechend von sich.

Das ganze diluviale Glazialphänomen war lediglich eine Steigerung des heutigen. Gletscher finden sich heute da, wo die jährlichen Niederschläge vorwiegend in Form von Schnee fallen. Eine Vermehrung der Niederschläge muss daher auch ein Anwachsen der Gletscher nach sich ziehen. Doch wird dabei dem Anwachsen durch das Abschmelzen eine gewisse Grenze gesetzt. Die Gletscherverhältnisse Neuseelands zeigen in der That, dass reichliche Niederschläge allein noch nicht zu einer eiszeitlichen Entwickelung der Gletscher führen. Zwei Momente erachtet daher Penck zu einer Erklärung der Eiszeit für notwendig, einerseits Mehrung der schneeigen Niederschläge, anderseits Erniedrigung der Temperatur, mit andern Worten einen klimatischen Wechsel.

Nun ergeben sich überall da, wo das quartäre Glazialphänomen genau untersucht worden ist, Andeutungen oder Beweise mehrerer während der Diluvialzeit stattgehabter Vergletscherungen. Dieses führt notwendig zur Annahme wiederholter allgemeiner klimatischer Schwankungen. Die meteorologische Forschung hat zwar innerhalb des kurzen Zeitraums

ihrer Existenz keine klimatischen Veränderungen nachweisen können, jedoch wenigstens zur Aufdeckung jener Thatsachen geführt, welche das jetzige Klima der Erde beherrschen, durch deren Veränderungen also auch das Klima der Erde Schwankungen erleiden wird.

So können Veränderungen in der Verteilung von Wasser und Land gewiss solche klimatische Veränderungen veranlassen; doch kann diese Thatsache zur Erklärung der Eiszeit nicht herbeigezogen werden; denn »die quartären Vergletscherungen haben sich auf dem heutigen Boden entwickelt, sie standen in ihrer Gesamtentwickelung unter den heutigen physiographischen Zügen. Nachweislich hat seit der Quartärperiode keinerlei Verschiebung der Grenzen zwischen Wasser und Land stattgefunden; das einzige, was sich geltend machte, sind lokale randliche Untertauchungen am Saume der bestehenden Festlandmassen.«

Verteilung von Land und Wasser wirken nur indirekt auf das Klima, insofern als sie den Lauf der Meeresströmungen beeinflussen. Es frägt sich also, ob bei der bestehenden Verteilung von Wasser und Land die Meeresströmungen Variationen unterworfen sein können. Die Meeresströmungen sind ein Produkt der herrschenden Winde, speziell der Passate, wie Croll und Zöppritz nachgewiesen haben. Eine Änderung der herrschenden Winde wird demnach eine Änderung der Meeresströmungen und dadurch eine Änderung des Klimas nach sich ziehen.

Die beiden Zonen der Passate, welche durch die Kalmen von einander getrennt sind, verändern im Laufe eines Jahres fortwährend ihre Lage, indem die Kalmenzone der Sonne folgt. Da die Sonne gegenwärtig 6 Tage länger auf der nördlichen Hemisphäre verweilt, so liegt auch die Kalmenzone 6 Tage länger auf der nördlichen Hemisphäre als auf der südlichen. Daher greift der Passat der Südhemisphäre 6 Tage länger auf die Nordhemisphäre über als der Passat der Nordhemisphäre auf die Südhemisphäre. Dadurch werden warme Wassermassen der Südhemisphäre auf die Nordhemisphäre gepeitscht. Es ist dieses eine der Ursachen, weswegen die Nordhemisphäre gegenüber der Südhemisphäre thermisch begünstigt erscheint.

Infolge der Präzession der Tag- und Nachtgleichen ändert sich das Verhältnis zwischen Nord- und Südhemisphäre: nach 10 500 Jahren wird die Sonne länger auf der Südhemisphäre verweilen als auf der Nordhemisphäre; dementsprechend werden die Kalmen sich verlegen und die Passate und Meeresströmungen von der Nordhemisphäre auf die Südhemisphäre übergreifen.

»Zufolge der schwankenden Exzentrizität der Erdbahn ist die Dauer der Jahreszeiten eine verschiedene, es kann der Fall eintreten, dass die eine Halbkugel 36 Tage länger die Sonne über sich hat als die andere. Da die Sonne am längsten im Zenithe jener Orte steht, welche den Wendekreisen näher liegen als dem Äquator, so wird jener Überschuss von 36 Tagen Insolation zumeist den höheren Breiten zu gute kommen und dementsprechend wird die Kalmenregion nach jenen höheren Breiten zu sich verschieben. Die Halbkugel, welche den längeren Sommer hat und welche demnach auch — wie Penck annimmt — die Kalmenregion trägt, empfängt durch die Meeresströmungen einen Teil der der anderen

Halbkugel gespendeten Wärmemenge. Ihre Meere werden erwärmt, während die der letzteren Wärme abgeben. So kann in Perioden grosser Exzentrizität der Erdbahn, wenn also die eine Halbkugel beträchtlich länger beschienen ist als die andere, eine noch grössere Temperaturdifferenz zwischen beiden entstehen, als wir heute wahrnehmen. Es werden dann die Meere der einen Halbkugel vorwiegend kalt, die der anderen dagegen warm sein. Die erstere hat dann ein kaltes maritimes Klima. Ein solches ist, wie A. Woeikof zeigt, der Gletscherentfaltung günstig; in der That, es gewährt reichliche Niederschläge und niedere Temperatur, die Existenzbedingungen von Gletschern.« Damit will Penck keineswegs sagen, dass eine periodische Wiederkehr von Vergletscherungen in jedem Fall notwendig sei.

»Denn abgesehen von einer Störung in der Wärmezirkulation der Erde gehören auch bestimmte geographische Momente zur Erzeugung gewaltiger Vergletscherungen, zu den Existenzbedingungen von Eiszeiten, und wenn man sich erinnert, in welch' hohem Masse diese Wärmezirkulation auf der Erde durch geographische Züge bedingt wird, so muss man eingestehen, dass es des wohl äusserst selten vorkommenden Zusammenwirkens verschiedenster teils meteorologischer, teils geographischer Thatsachen bedarf, um eine Eiszeit zu erzeugen, und dass, wenn auch die eine Ursache periodisch wiederkehrt, das Glazialphänomen nicht in regelmässigen Intervallen aufzutreten braucht.

»Sind aber einmal die geographischen Verhältnisse der Entstehung von Vergletscherungen günstig, so ist in den periodischen Schwankungen der Wärmezirkulation ein wesentliches Moment für deren Wiederkehr gegeben*.« E. B.

Litteratur und Kritik.

Origines Ariacae. Linguistisch-ethnologische Untersuchungen zur ältesten Geschichte der arischen Völker und Sprachen von Karl Penka. Wien und Teschen. 1883. Prochaska.

Ein interessantes Buch, das seine Verdienste hat. Wir wünschen, dass es das Studium der Ethnologie in weitere Kreise verbreite. Über die Bedeutung der Ethnologie spricht sich der Verfasser folgendermassen aus: Mit Hilfe der auf den Ergebnissen der Anthropologie und Linguistik fussenden Ethnologie dürfte es nun nützlich sein, die Geschichte in den Kreis der Naturwissenschaften einzuführen und die geschichtlichen Vorgänge ebenso als gesetzmässige verstehen zu lernen, wie man bereits den grössten Teil der im Bereiche der physischen Natur sich abspielenden

* Penck schliesst sich, wie man sieht, Croll's Theorie vom Wechsel des Klimas an, jedoch nicht ohne dieselbe wesentlich zu modifizieren.

Vorgänge in ihrer strengen Gesetzmässigkeit erkannt hat. Hierbei dürfte der Ethnologie dieselbe Rolle beschieden sein, wie sie innerhalb der Naturwissenschaften der Chemie zugefallen ist, die ebenfalls vielfach Körper als aus zwei oder mehreren Elementen zusammengesetzt nachgewiesen hat, die man früher als einfache ansehen zu können geglaubt hat. Was für die Chemie die Elemente oder Grundstoffe sind, sind für die Ethnologie die Rassen. Schon jetzt ist es erwiesen, dass eine Reihe von Völkern aus zwei, ja aus drei Rassenelementen zusammengesetzt sind, die man noch vor kurzem als einheitliches Ganzes angesehen hat. Und wie es die Aufgabe der Chemie ist, die Eigenschaften der verschiedenen Grundstoffe festzustellen und ihr Verhalten zu einander zu erforschen, ebenso ist es Aufgabe der Anthropologie, die somatischen und psychischen Eigenschaften der verschiedenen Rassen kennen zu lernen und die Gestaltungen zu studieren, die sich in physischer, linguistischer und sozial-politischer Hinsicht ergeben, wenn zwei oder mehrere Rassen zu einander in eine nähere Verbindung treten. Hierauf spricht der Autor von der Zersetzung dieser gemischten Rassen und verweist auf den Zusammenbruch der germanischen Feudalordnung in Frankreich, Deutschland und Österreich, auf den Verlust der von Österreich als deutschem Staate ausgeübten politischen Herrschaft in Italien und Ungarn, auf den Verlust der politischen Selbständigkeit Süddeutschlands u. s. w. und bemerkt: Die Anthropologie allein ist im stande, für die hier berührten Vorgänge die richtige Erklärung zu geben: sie liegt in dem numerischen Rückgange des arisch-germanischen Rassenelements innerhalb der hier zunächst in Betracht kommenden Völker, gewissermassen in ihrer physischen Ent-arisirung, welche, da der anthropologischen Umbildung nicht gleichzeitig eine ethnisch-sprachliche Umbildung zur Seite gegangen, so lange Zeit unbeachtet geblieben. Dass dieser Rückgang stattgefunden hat, hat seine Ursache in dem Umstande, dass die arische Rasse, wie Penka nachweist, eine eminent nordische Rasse ist, die sich für die Dauer in südlichen Ländern nicht erhält. Das anarische Element, das seiner Hauptmasse nach sowohl in Frankreich wie in Süddeutschland aus der Zeit vor der germanischen Okkupation stammt, bildet die Majorität. Dort aber, wo das arische Element das entsprechende Klima gefunden, bewahrt es seine volle alte Kraft, und daher kommt es, dass die politische Führung Deutschlands von dem weniger germanisch gewordenen Süden nach dem mehr germanisch gebliebenen Norden überging. Aus demselben Grunde bewahrten die nordgermanischen Völker (Schweden, Norweger, Dänen), welche die arische Rasse in so hohem Masse repräsentieren, die sie auszeichnende Produktivität bis heute noch ungeschwächt fort und konnten z. B. Schweden und Norwegen bei einer verhältnismässig geringen Einwohnerzahl in den Jahren 1871—78 nicht weniger als 130 000 Menschen an die Vereinigten Staaten abgeben und hat sich die Auswanderungszahl in den folgenden Jahren noch um ein bedeutendes vermehrt. Penka's Buch behandelt die Frage nach dem physischen Typus der Arier, ihrer Heimat, dem Verhältnis der arischen Rasse zu den fossilen und den noch jetzt existirenden Menschenrassen, den ältesten Wanderungen der arischen Völker und ihrer Zusammensetzung. Penka glaubt ferner, dass seit der gegen-

wärtigen geologischen Periode die treibenden Kräfte der Geschichte unverändert dieselben geblieben sind und auch ihre Richtung im wesentlichen keine Änderung erfahren hat. Die in der Ethnologie gewonnenen Resultate hat der Autor dazu benutzt, um der vergleichenden Grammatik der arischen Sprachen in der Anthropologie der arischen Völker ihre natürliche Grundlage zu geben, und schliesst seine Einleitung mit den Worten: Bei dem Umstande, als die arische Sprachwissenschaft mehr und mehr der Methodenlosigkeit, Phantasterei und Verflachung verfällt, kann es nur von Nutzen sein, wenn dieselbe einer Disziplin angegliedert wird, die infolge ihres exakt naturwissenschaftlichen Charakters schon von vornherein nicht dazu angethan ist, zum Tummelplatze subjektivischer Velleitäten herabzusinken.

In der Frage nach dem Ursitz des Menschengeschlechts schliesst sich Penka an M. Wagner an, der die Wiege des Menschengeschlechts nach dem nördlichen Europa und Asien verlegt. Fossile Menschenknochen sind bisher ausserhalb Europas nirgends aufgefunden worden. In der quaternären Periode war Europa bereits von verschiedenen Rassen bewohnt und es ist daher auch anzunehmen, dass in der Tertiärzeit der Mensch gerade in Europa zuerst aufgetreten ist. — In demselben Masse, als später die Vergletscherung des Nordens immer mehr zunahm, flüchteten die Menschen immer weiter nach Süden, so dass die Entstehung der Rassen als das Ergebnis der Wirkung aller jener äusseren Verhältnisse sich darstellt, welche sich sowohl in der europäischen Heimat als auch in den Ländern, in die der Mensch später gezogen ist, geltend gemacht haben. Die Wanderungen aus Europa infolge der zunehmenden Vergletscherung dieses Erdteils erfolgten nach allen Richtungen mit Ausnahme des Nordens: nach Osten, Süden und Westen. Europa war damals wenigstens noch an zwei Stellen (bei Sizilien und Gibraltar) mit Afrika verbunden; ebenso hatte das schwarze Meer noch keinen Abfluss zum mittelländischen Meer durch den Bosporus und die Dardanellen. Beide Meere waren Binnenseen und es war daher leicht, trockenen Fusses von Europa nach Afrika und nach Kleinasien zu gelangen. So erklärt es sich, dass die einzelnen Rassen, mit einander verglichen, eine aufsteigende Entwickelungsreihe darstellen, die in Europa in den Ariern ihren Höhepunkt erreicht. Die einzelnen Glieder dieser Kette sind einerseits die Australier, Papua, Dravida und Semiten, anderseits die Hottentotten, Kaffern, Neger, Fulahs und Hamiten. Sehr früh musste von dem nordeuropäischen Ursprungszentrum eine Auswanderung nach dem mittleren Asien stattgefunden haben. Unter den eigenartigen äusseren Umgebungen dieser mittleren Teile des grossen Kontinents musste eine neue Rasse entstehen und das ist die mongolische oder turanische.

Nach der Eiszeit wanderten die Arier mit dem Ren und anderen Tieren, die nicht ausgewandert waren, nach Norden.

Skandinavien war zu jener Zeit noch mit Norddeutschland verbunden und konnte daher in leichter Weise die Wanderung nach dem skandinavischen Norden unternommen werden. Der nördliche Teil der Halbinsel hatte die Folge der Eiszeit nicht vollständig überwunden, um für Menschen und Landtiere bewohnbar zu sein. Zwei der bemerkenswertesten

Eigenschaften des physischen Habitus der arischen Rasse finden jetzt ihre leichte Erklärung: die lichte Komplexion (blonde Haare, blaue Augen und weisse Haut) einerseits und die ausserordentliche Grösse der Statur anderseits. Erstere Eigenschaft beruht bekanntlich auf dem Mangel an Pigment. Der Kohlenstoff wird weggeatmet, der sich in der Haut des Negers ablagert. Penka nimmt ferner an, worin ich ihm völlig beistimme, dass die nordische Rasse, wie dieselbe die alten Germanen und die jetzigen Skandinavier am besten repräsentieren, die helle Komplexion schon aus Mitteleuropa nach dem Norden mitgebracht habe, dass wir also in ihnen das Resultat der Einwirkung der Eisperiode zu sehen haben. Die physische Stärke und Grösse war eine Folge der ausserordentlich schwierigen Verhältnisse, unter denen sie Jahrtausende leben mussten. Während der Eiszeit konnten sich nur die kräftigsten Kinder am Leben erhalten. Durch tausendjährige erbliche Anhäufung der von jeder Generation erworbenen Eigenschaften musste sich schliesslich eine so kräftige Rasse ausbilden, als welche wir eben die alten Germanen kennen lernen. Die sieben Fuss grossen Burgunder des Sidonius Apollinaris sind keine poetische Übertreibung. Diese grosse dolichokephale Rasse hat in der Quaternärzeit an den Ufern des Rheins und der Seine, in Frankreich bis zu den Pyrenäen, in Zentralitalien ihre Repräsentanten gehabt. Es ist die sogenannte Canstatt-Rasse des Herrn de Quatrefages (die Schädel von Egisheim, Clichy, La Denise, Olmo u. a.), welche Penka vielleicht mit Recht mit der germanischen Rasse in Verbindung bringt. Ich bemerke dazu, dass nach Herrn Virchow's auf kraniologische und allgemein somatologische Untersuchungen gegründeter Ansicht nicht nur die Kelten, sondern auch die Germanen schon seit der jüngeren Steinzeit in Deutschland gesessen haben. Und da die Hallstadt-Kultur bis 2000 Jahre v. Chr. reichen soll, so finden wir nach sehr mässiger Schätzung, dass die Steinzeit in diesen Gegenden mindestens 3000 Jahre v. Christus fällt. Die Germanen — setzt Ranke hinzu — haben diese Kulturentwickelung von der Steinzeit zur Metallzeit in Europa durchgemacht und sitzen seit dieser Zeit auf ihrem Boden. Kein Wunder, dass diese dolichokephale Rasse schon in den Dolmen Frankreichs aus der Steinzeit (nach Broca), auf Friedhöfen aus der gallisch-römischen Zeit und aus dem Mittelalter, in Irland und Schottland gefunden wird. Die dolichokephalen alten Schädel aus den baltischen Provinzen, aus Litauen, Polen, Wolhynien, Galizien zähle ich bestimmt im Gegensatz zu Penka und Mainow den vom Norden vordringenden Germanen zu. Die germanische Rasse war zu zahlreich, als dass Skandinavien dieselbe einst ganz beherbergt haben sollte. Auf beiden Seiten der Ostsee sassen die Germanen. Die Hauptmasse des zahlreichen germanischen Volkes sass unzweifelhaft auf der russischen Seite der Ostsee. Hier haben Germanen in einer Periode, die vielleicht in das zweite Jahrtausend oder noch höher hinaufreicht, jenen Einfluss auf die Sprachen der finnischen Völker ausgeübt, den uns Thomsen, Anderson und Diefenbach neuestens so gründlich geschildert haben. Ausser den Germanen können nur noch drei andere arische Völker der uralten dolichokephalen Rasse zugezählt werden: die mit den Kelten linguistisch verbundenen Kymren, deren

Nachkommen noch heute im nördlichen Frankreich, in Wales, Irland und Schottland zu suchen sind, ferner die Hellenen und die Italiker.

Die Hellenen waren dolichokephal und ihre Nachkommen sind es heute noch zum Teil. Sie müssen wir uns auch vorwiegend als blond und gross von Statur vorstellen. Die Männer von rein erhaltener hellenischer Rasse waren nach Adamantios (bei Penka p. 24) *μεγάλοι, εὐρύτεροι, ὄρθιοι, εὐπαγεῖς, λευκότεροι τὴν χρόαν, ξανθοί.* Die Hellenen, welche sich mit den zahlreichen Urbewohnern von Hellas nicht vermischt haben, müssen wir uns von demselben Typus vorstellen wie die alten Germanen. Die Hellenen haben erst kurz vor Beginn des 1. Jahrtausends die Länder am ägeischen Meere betreten. Ihre primitive Kultur, wie sie dieselbe von Norden mitgebracht hatten, lernen wir in Helbig's ausgezeichnetem Werke (Italiker in der Poebene 1879) kennen. Ihre Spuren führen bis zur pannonischen Ebene, wo sie sich von den Italikern getrennt haben mögen. Ihre Einwanderung von Nordosten kann nicht durch die Karpaten geschehen sein, sondern durch die Spalte zwischen den Karpaten und den Sudetenländern. Die alten Niederlassungen in den Höhlen bei Krakau und die von Gloger und Radziminski in Wolhynien aufgedeckten Kurgangräber aus der Steinzeit, die ein dolichokephales Volk beherbergt haben, mögen den Helleno-Italikern angehört haben. Das Pfahlbautenvolk war dolichokephal und ich habe in diesen Blättern die Gründe auseinandergesetzt, welche mich bewogen haben, dieselben für Italiker oder richtiger Umbro-Sabeller zu erklären. Auch diese Italiker müssen wir uns als ein Volk von grosser Statur vorstellen. Die dolichokephalen Nachkommen der alten Marser, in denen noch reines Samniterblut fliessen wird, bezeichnet Nicolucci ihrer Grösse wegen als die Patagonier Italiens.

Möglich, dass auch die Inder als fünftes arisches Volk diesen Typus an sich getragen haben. Sind ja die Kafir oder Siaposch, welche für die reinsten Arier Indiens gelten können, von ausgesprochenem hellem Typus. Im übrigen sind die Arier Indiens mit den indigenen Dravida so vermischt, dass dort der reine Arier als Mythe bezeichnet werden kann. Diesen vier oder fünf dolichokephalen arischen Stämmen stehen gegenüber die brachykephalen Slawen und die brachykephalen und mesokephalen Litauer, die brachykephalen Rumänen, Nachkommen der alten arischen Thraker, die, wie es scheint, hyperbrachykephalen Albanesen, Nachkommen der arischen Illyrier und zuletzt die kompakte Masse der brachykephalen Kelten des südlichen Frankreichs bis zur Loire, der Kelten Lothringens, Belgiens und der Lombardei, die sich kraniologisch an die Südslawen anschliessen. Die blonden iranischen Osseten im Kaukasus und die blondhaarigen brachykephalen Galtschas Zentralasiens gehören gleichfalls hierher. Ujfálvi und Topinard haben die kraniologische Verwandtschaft der letzteren mit den kroatischen und den keltischen Schädeln konstatiert. Die blonden Osseten und Galtschas sind die einzigen Repräsentanten des ursprünglichen iranischen Typus. Im eigentlichen Persien, in Afghanistan und Belutschistan hat sich der arische Typus im Laufe der Zeiten verloren. Die heutigen Perser sind von dunkler Kom-

plexion und dolichokephal. Der vorarische Typus ist in Iran der allgemein herrschende. Wir haben somit zwei ganz verschiedene Typen unter den arischen Völkern. Ich behaupte, dass beide Typen in Europa schon seit der Quaternärzeit existiert haben. Eine brachykephale Rasse erscheint schon sehr früh im Westen. Quatrefages verlegt die Schädel von Furfooz, Grénelle und Truchère in die quaternäre Epoche, während Cartailhac und Cazalis de Fondouce sich für die neolithische Periode entscheiden. Das Gros dieser brachykephalen Rasse müssen wir uns indessen in Osteuropa wohnend denken. Dort in Osteuropa haben sämtliche arischen Stämme in der Zeit zwischen 5000—3000 v. Chr. eine gemeinsame arische Ursprache ausgebildet. Die Anfänge der Kulturreiche am Nil und Euphrat waren zu dieser Zeit bereits gelegt. Da wir die europäische Eiszeit in eine viel frühere Epoche verlegen müssen, so können wir mit Bestimmtheit behaupten, dass die Arier in der sog. jüngeren Steinzeit ihre Sprache ausgebildet haben, und damals bestanden die Arier bereits aus zwei Typen: aus den hellen Dolichokephalen und den meist hellen Brachykephalen. Wenn die Slawen nur zur Hälfte die hellen Typen zeigen, so beweist das nur, dass sie, südlich von den Germanen wohnend, den Einflüssen des kalten Klimas nicht in gleicher Weise ausgesetzt waren. Die nördlich von den Slawen wohnenden Litauer sind schon vorwiegend blond. Beide Rassen bestanden aber schon von anfang an nebeneinander. Kollmann hat gezeigt, dass der Mensch physisch vollendet sofort in verschiedenen Rassen auf europäischem Boden auftritt und seit der Eiszeit seine Rassencharaktere nicht mehr geändert hat. Wer sind nun die eigentlichen Arier? Die Dolichokephalen oder die Brachykephalen? Nach dem Urteile der französischen Anthropologen sind es die Brachykephalen, weil sie noch heute den grössten Teil der Arier ausmachen. Nach Herrn Penka sind nur die blonden Dolichokephalen reine Arier, die Brachykephalen sind dagegen — Turanier, d. h. Kelten, Slawen, Rumänen, Albanesen und Litauer sind — Mongolen.

Ich bedaure aufrichtig, dass ich hinfort dem scharfsinnigen Verfasser, dem ich bis jetzt zumeist gefolgt bin, nicht weiter folgen kann. Die nun zu besprechende Partie der Schrift des Herrn Penka dürfte den heftigsten Widerspruch erfahren. Und mit Recht. In dieser Partie ist der Verfasser aus der wissenschaftlichen Reserve herausgetreten und baut Theorien auf, die auch nur bei einer oberflächlichen Prüfung in nichts zerstieben. Wenn Herr Penka die brachykephalen Kelten und Slawen zu Turaniern macht, so übersieht er ein positives Resultat der Forschungen Vámbéry's (vergl. Die primitive Kultur des turko-tatarischen Volkes auf Grund sprachlicher Forschungen erläutert. Leipzig 1879, Brockhaus), dass die turko-tatarischen Völker sich in den Steppen Zentralasiens ganz abgesondert von allophylen Völkern ausgebildet haben. Die türkischen Sprachen sind in der Urzeit von keiner arischen Sprache beeinflusst worden, wie es bei den finnisch-ugrischen der Fall ist. Nur das Iranische hat auf die türkischen Sprachen einen Einfluss gehabt, aber — in sehr später Zeit. Aus Vámbéry's linguistischen Forschungen ergab sich weiter der Schluss, dass das Gros des türkischen Volkes viele Jahrtausende auf sich allein angewiesen, ohne einen engen Verkehr mit der Aussenwelt existierte, und dass

ferner die Zersplitterung der Türken in einzelne Stämme in einem verhältnismässig jüngeren Zeitabschnitte stattgefunden haben muss. Schon aus diesem Grunde sind die vielfach aufgestellten Hypothesen von der turanischen (türkischen) Herkunft der Skythen, Parther, Saken, Massageten ein für allemal als unrichtig zurückzuweisen. Die Arisierung dieser angeblich turanischen Brachykephalen denkt sich Herr Penka in folgender Weise: Er nimmt an, dass die zahlreichen turanischen Brachykephalen von einem arischen Stamme der Dolichokephalen unterworfen und arisiert wurden. Er verweist z. B. schon in der Einleitung auf die Herrschaft des Adels in Polen. Karl Szajnocha, ein hervorragender polnischer Historiker, hat, was Herr Penka übersieht, einmal ganz denselben Gedanken gehabt. Das Entstehen des polnischen Adels erklärte sich derselbe damit, dass die skandinavischen Waräger einst Polen erobert und unterjocht haben. Die Unrichtigkeit dieser Ansicht hat Szajnocha in seinen späteren Jahren selbst eingesehen. Der polnische Adel hat sich aus dem polnischen Volke selbst entwickelt (vergl. Hüppe, Verfassung Polens 1870). Es sei dies ferner als eine anthropologische Thatsache konstatiert, dass der polnische Adel sich kraniologisch von den übrigen Ständen Polens gar nicht unterscheidet. Ein anderes Beispiel! K. E. von Baer hat einige Schädel aus einem skythischen Kurganengrab untersucht. Der dort gefundene dolichokephale Schädel gehörte unzweifelhaft einem Häuptlinge an, während die brachykephalen den Sklaven oder Unterworfenen angehört haben. Penka folgert gleich daraus, dass hier ein brachykephales Volk von einem dolichokephalen beherrscht wurde. Darauf antworte ich mit folgendem Beispiele: die Polen sind ein brachykephales Volk. Im Jahre 1870 fand man in der Domkirche zu Krakau die Gebeine Kasimirs des Grossen. Prof. Majer, der gelehrte Präsident der Akademie der Wissenschaften in Krakau, dem die Knochen zur Untersuchung übergeben waren, hat zu seinem Erstaunen gefunden, dass der polnische König Kasimir d. Gr. von germanischer, dolichokephaler Schädelbildung war. Soll man gleich daraus den Schluss ziehen, dass ein dolichokephales Volk die brachykephalen Polen beherrscht habe? Die dolichokephale Schädelbildung hat indessen der polnische König von einer hohenstaufischen Prinzessin, die einer seiner Ahnen geheiratet, geerbt. Es ist zu wahrscheinlich, dass bei dem bekannten Umstande, als die Skythen recht gerne Griechinnen heirateten, der bestattete skythische König oder Häuptling von einer griechischen Mutter die dolichokephale Schädelform geerbt habe. Im Gegensatz zu Herrn Penka halte ich an der iranischen, also arischen Abstammung der Skythen fest. Die skythische Sprache war bestimmt eine iranische. Den sprachlichen Nachweis hat Müllenhoff geführt, was auch Penka nicht bezweifeln kann. Die Schilderungen des Hippokrates passen allerdings auf ein turanisches Volk; dem widersprechen aber die noch erhaltenen Abbildungen der Skythen. Nach diesen Abbildungen könnte man die Skythen geradezu für Hellenen erklären.

Ebensowenig können wir es dem Verfasser billigen, dass er die uralte europäische Cro-Magnon-Rasse, welche bereits in der Eiszeit Europa bewohnt hat, mit den Semiten in Verbindung bringen will. Wie kann

die blonde dolichokephale Cro-Magnon-Rasse mit der zumeist brachykephalen semitischen Rasse von dunkler Komplexion zusammenhängen? Die europäischen Juden sind ja zumeist brachykephal (vergl. Blechmann, die Juden Russlands, Dorpat 1882, und Majer und Kopernicki, die Juden Galiziens). Die topographischen Homonymien in Nordafrika und auf der pyrenäischen Halbinsel sind, wie ich dies schon früher nachgewiesen zu haben glaube, auf die von Europa eingewanderte blonde Bevölkerung zurückzuführen, deren Einwanderung gegen Anfang des II. Jahrtausends von den ägyptischen Denkmälern bezeugt ist. Reste dieser dolichokephalen Blonden sich noch jetzt in Marokko und Algier zahlreich. Wir stimmen wiederum mit dem Verfasser vollständig überein, wenn er diese Cro-Magnon-Rasse mit den blonden dolichokephalen Basken in Verbindung bringt. Aus Mangel an Raum müssen wir uns versagen, auf eine weitere Reihe kontroverser ethnologischer Fragen einzugehen. Der Verfasser, von Haus aus Sprachforscher, beherrscht die anthropologisch-ethnologische Litteratur in anerkennenswerter Weise. Sein freilich von kühnen Theorien strotzendes Werk mögen nicht nur Sprachforscher und Ethnologen einem aufmerksamen Studium und einer ernsten Prüfung unterwerfen, sondern auch alle diejenigen, welche sich für die Entwickelungsgeschichte der Menschheit interessieren. Dr. Fligier.

Anmerkung der Redaktion. Wir können hier die Bemerkung nicht unterdrücken, dass uns jeder irgendwie über die bescheidenste Vermutung hinausgehende Satz auf dem Gebiete der prähistorischen Ethnologie als blosse Behauptung und das neuerdings so beliebt gewordene Zusammenkramen verstreuter Beweisbrocken, um darauf einen imponieren sollenden Völkerstammbaum zu errichten, als durchaus unwissenschaftliches Treiben erscheint. Die gänzliche Unfruchtbarkeit solcher bodenloser Spekulationen könnte unseres Erachtens kaum besser illustriert werden als durch die vorstehenden Abstammungs- und Wanderhypothesen des Herrn Penka. Die wissenschaftliche Ethnologie bietet glücklicherweise noch andere lohnendere Aufgaben; dieselben wollen aber freilich mit grosser Geduld und Vorsicht bearbeitet sein, um bleibenden Gewinn zu gewähren.

Unsere modernen Mikroskope und deren sämtliche Hilfs- und Nebenapparate für wissenschaftliche Forschungen. Ein Handbuch für Histologen, Geologen, Mediziner, Pharmazeuten, Chemiker, Techniker und Studierende von Otto Bachmann, kgl. Lehrer an der Kreis-Ackerbauschule in Landsberg a. L. M. 175 Abbildgn. München und Leipzig, R. Oldenbourg, 1883. 344 S. 8^0.

Wie schon aus dem Titel dieses Buches hervorgeht, beabsichtigt der Verf., dessen vor kurzem erschienener »Leitfaden zur Anfertigung mikroskopischer Dauerpräparate« mit Recht allgemeine Anerkennung gefunden hat, mit der hier gegebenen Darstellung nicht etwa die grösseren, auf streng wissenschaftlicher Basis ruhenden Handbücher der Mikroskopie, an denen wir nachgerade keinen Mangel mehr haben, überflüssig zu machen: er wendet sich vielmehr an die grosse Zahl derer, die zu irgend welchen praktischen Zwecken das Mikroskop zu gebrauchen ver-

stehen müssen, ohne dass es ihnen darauf ankommt, die Theorie desselben genauer zu kennen. So werden denn die »allgemeinen optischen Grundsätze«, das Sehen mit unbewaffnetem Auge etc. und mit der Lupe, alle einzelnen Teile und Apparate des zusammengesetzten Mikroskops sowie dessen Leistungen zwar sehr vollständig und gründlich, aber doch stets in allgemein verständlicher Form besprochen und überall unmittelbar auf die praktische Verwertbarkeit des Gesagten Rücksicht genommen. Stützt sich auch der Verf. dabei hauptsächlich auf seine Vorgänger, so ist ihm doch zuzugestehen, dass er durch sorgfältige Einbeziehung auch der neuesten Erfindungen und Verbesserungen auf allen Gebieten wesentlich mehr und besseres geliefert hat. In noch höherem Masse gilt dies von dem umfänglichsten Kapitel, welches »die Mikroskope der Gegenwart« behandelt und wohl kaum eines der neueren Instrumente, auch solche für besondere Zwecke, unerwähnt lässt. Endlich finden auch die Mikrotome, das Zeichnen mikroskopischer Gegenstände und der Gebrauch des Mikroskops eingehende Berücksichtigung, und in einem stattlichen Anhang sind sämtliche bisher in Vorschlag gekommenen Reagentien, Tinktions- und Imprägnationsverfahren, Einbettungs- und Verschlussmittel mit Angabe ihrer Herstellungsweise bezw. Zusammensetzung und ihrer speziellen Verwendung in der Histologie verzeichnet, so dass gewiss ein jeder die für seine Bedürfnisse wünschenswerten Aufschlüsse in dem Buche finden wird. V.

Die Geburt bei den Urvölkern. Eine Darstellung der Entwickelung der heutigen Geburtskunde aus den natürlichen und unbewussten Gebräuchen aller Rassen von Dr. G. J. Engelmann in St. Louis. A. d. Engl. übertr. und mit einigen Zusätzen vers. von Dr. C. Hennig, Prof. a. d. Univ. in Leipzig. Mit 4 Taf. und 56 Abb. im Texte. Wien 1884, Braumüller.

Die Einführung zum 1. Kapitel handelt von jener peruanischen Bestattungsurne, deren Prüfung den Autor zum Studium der Naturvölker anregte — zunächst in Rücksicht auf die Stellung beim Gebären. Im folgenden werden die zahlreichen mehr ethnologischen als medizinischen Ergebnisse in dem Buche aufgespeichert. Ein Schatz tiefen Verständnisses lässt sich heben, wenn man die verschiedenen Stellungen zergliedert, welche die Frauen verschiedener Völker in der Zeit der Not annehmen. Je nach ihrer Bauart, der Form des Beckens, stehen, kauern, knieen oder liegen sie auf dem Bauche; desgleichen ändern sie ihre Haltung je nach der Richtung des Kindskopfes im Becken. Weist die grössere Zahl naturgemässer Geburten nicht auf ein von den gegenwärtigen Lehren der Kunst stark abweichendes Gesetz hin? Erhellt nicht daraus die Nötigung, in verschiedenen Geburtsperioden verschiedene Stellungen anzuraten? Dazu gehört jedoch — sagt Engelmann — dass wir erst

noch tiefer in die Gesetze des Gebärens eindringen. Einstweilen besitzen wir hier die Thatsachen. Am Schlusse des 8. Kapitels sagt Engelmann, dass die Nordamerikanerinnen (d. h. Indianerinnen) und Afrika-Negerinnen seit Jahrtausenden sich eines so vollkommenen Verfahrens bedienen, dass die erleuchtetsten unter unseren Geburtshelfern erst in den letzten Jahren in der Lage sind, mit ihnen verglichen zu werden. Die wilde Mutter, die Australierin oder Negerin, deren Lehrmeister nur der Naturtrieb war, hat das Kulturweib überflügelt. Wundersamer Weise besteht auch in betreff des Stillens derselbe Zwiespalt der Gewöhnung bei den verschiedenen ursprünglichen Rassen, wie bei den heutigen Ärzten. Nur kurz sei hier auf einige anziehende Punkte hingewiesen, um zu zeigen, wie das hebärztliche Vorgehen der Naturvölker der Vergangenheit und der Gegenwart dem unseren ähnelt; aber in manchen Punkten sind die Roheren uns voraus. Bei den Urvölkern ist in dieser Hinsicht sehr viel zu lernen! Ein grosses Feld öffnet sich für die Untersuchung der Lage, welche der gebärenden Mutter entspricht und die Stellung des Kindskopfes erheischt. Die Urvölker — sagt Engelmann — haben diese Aufgabe aus eigenem richtigem Gefühle gelöst. Den Forschungen über die Kulturrassen ist es vorbehalten, zu bestimmen, wann und weshalb dieses zu geschehen hat. Dr. Fligier.

Ausgegeben den 31. März 1884.

Von der Macht des Geistes.

Von

B. Carneri.

Gar mancher, der die Grundsätze, von welchen wir ausgehen, kennt, wird bei der Überschrift dieser Abhandlung eines Lächelns kaum sich erwehren können. Wir begreifen es, und eben darum wollen wir das an verschiedenen Orten Gesagte in gedrängter Kürze zusammenfassen zu einer übersichtlichen Darstellung. Aus dieser wird von selbst sich ergeben, weshalb wir, wie der Ausdrücke Leben und Seele, auch des Ausdrucks Geist bedürfen, um das, was wir darunter verstehen, festzuhalten, und dass wir darunter etwas verstehen, was, obgleich es für sich genommen sowenig Wesenheit hat als die sogenannte Lebenskraft, jedennoch für den Menschen von höchster Bedeutung ist.

Um sogleich auf die Höhe unserer Aufgabe uns zu stellen, setzen wir drei Worte aus dem vierten Buch Marc Aurel's — nach Schneider's Übersetzung, Breslau 1875, Seite 36 und 37 — hierher, die den edlen Stoiker in seiner ganzen Grösse kennzeichnen. »Ändere deine Ansicht, und du hörst auf, dich zu beklagen. Beklagst du dich nicht mehr, ist auch das Übel weg. Denn Widerwärtigkeiten gibt es nur für den, der sie dafür hält.« Wir verkennen durchaus nicht den Halt, welchen ihm dabei ein grossartiger Gottesbegriff gewährte; allein nicht weniger wichtig ist die Erwägung, dass er mit diesem Begriffe nicht im entferntesten die Vorstellung einer persönlichen Unsterblichkeit verband. Seinem Materialismus, für welchen der Tod die Auflösung in die ursprünglichen Elemente, daher nur etwas sehr Natürliches bedeutete, galt zwar die Seele als etwas Besonderes, aber doch nur als der beste Teil des Leibes. Er wusste eben alles Dasein im Weltall, den Menschen mitinbegriffen, als einheitlich und jegliches Entstehen und Vergehen in seinem allgemeinen Zusammenhang aufzufassen. Sein Wille galt ihm als determiniert, zugleich aber als identisch mit seiner Vernunft, die sozusagen seinen Charakter ausmachte. Von der Zweckmässigkeit der Natur durchdrungen, erblickte er im richtigen Erkennen und Beurteilen derselben die höchste Vollkommenheit; und aus dem Bewusstsein, alles Leiden im Hinblick auf seine Unvermeidlichkeit leicht ertragen und nie gezwungen werden zu können, gegen seine Überzeugung zu handeln, ergab sich

ihm, was er den Genius des Einzelnen nannte. Darauf beruhte die oberste Maxime der Stoa: »Lebe stets deiner Natur gemäss.« Und in der That kann der Mensch, wenn gleich nicht allein aus sich selbst, zu einer Natur gelangen, die den Namen eines Genius verdient. Im Adel der entscheidenden Motive liegt das Merkmal des ethisch erhobenen Menschen; und der echte Stoiker steht dem echten Epikuräer weit näher, denn gemeinhin angenommen wird. Ist auch das Ideal des einen der Genuss, das Ideal des andern die Verachtung des Leidens: wonach beide streben, ist tiefinnere Glückseligkeit, und diese gibt es für beide nur im Befolgen der eigenen Grundsätze, für keinen von beiden ausserhalb der sittlichen Schranken. Alles auf Erden ist und lebt, soweit es nicht auf unüberwindliche Hindernisse stösst, seiner Natur gemäss; aber der Mensch ist seiner Lage so vollkommen sich bewusst, dass er nicht nur wie das Tier Hindernisse absichtlich entfernen oder umgehen, sondern durch eine hohe Entwickelung des Denkens über seine ganze Lage sich hinwegsetzen kann.

Dabei kommt zuvörderst die Frage des Bewusstseins in betracht, aber nicht von der Seite ihrer Erklärbarkeit, welcher nach unserer Theorie, sobald nämlich Empfindung und Bewusstsein nicht in einen Topf geworfen werden, keine unübersteigliche Schwierigkeit im Weg steht. Die Frage, die hier sich aufwirft, bezieht sich auf das Verhältnis der Begriffe Seele und Geist zu unserer Auffassung der Bewusstseinsthätigkeit. Sie lautet: können wir von dieser voraussetzen, die Grundlage jener zu bilden? Ebenso kann man nicht von einer Macht des Geistes reden, ohne darüber sich Rechenschaft zu geben, was man unter Seelenstärke versteht. Hierbei haben wir selbstverständlich abzusehen von aller krankhaften Nervosität, mag auch oft deren Hauptgrund in übeln Gewohnheiten zu suchen sein. Ein vorzüglich funktionierender Organismus ist ganz besonders von der Vorstellung eines Stoikers untrennbar; und wollen wir näher darauf eingehen, so haben wir, wenn auch nur im allgemeinen, erst über die Seele uns auszusprechen. Wir thun dies um so lieber, da wir bei der Klarlegung unserer Aufgabe auf zwei Gelehrte uns stützen können, deren Beobachtungen dem neuesten Stande der Wissenschaft entsprechen, und welche zu Aussprüchen gelangen, die in einer für uns sehr erfreulichen Weise mit unsern Anschauungen übereinstimmen.

Wir beginnen mit M. C. Golgi, der das Vorhandensein geschlossener Rindenfelder, wie sie eine eigentliche Lokalisation der Grosshirnthätigkeit voraussetzen würde, auf das entschiedenste bestreitet. Nicht einmal eine vollständige Trennung der sensitiven und motorischen Funktionen nach verschiedenen Rindenzonen gibt er zu, und weist vielmehr nach, dass derselbe Zentralprozess, der nach der einen Richtung eine Empfindung auslöst, nach der andern Richtung als Willensimpuls und mit diesem als Bewegung zur Erscheinung kommt. Die Ganglien sind weder nach ihren Typen, noch nach ihrer Grösse derart in den Windungen des Gehirns verteilt, dass man davon auf eine spezifische Funktionslokalisation schliessen könnte. Eine Arbeitsteilung besteht, aber keine unabänderliche, so dass es sich nur um Anpassungen handelt, welche gegebenenfalls durch

neue Anpassungen ersetzt werden können. Wir berufen uns da auf die ebenso klare als ausführliche Besprechung von Robert Keller, »Kosmos« Band XIII, S. 65 ff. Vom anatomischen wie vom histo-morphologischen Standpunkt bilden die Untersuchungen des italienischen Gelehrten, welche mit allen hervorragenden Vertretern der Lokalisationstheorie sich beschäftigen, die glänzendste Bestätigung der Anschauungen, die der Strassburger Physiologe Friedrich Goltz in seinen Abhandlungen über die Verrichtungen des Grosshirns niedergelegt hat. Wir haben diese letzteren in dem Aufsatz: der Begriff des Ganzen — »Kosmos« Band XII, S. 1 ff. — eingehend erörtert und können es uns nicht versagen, nun auch auf seine »Beiträge zur Lehre von den Funktionen der Nervenzentren des Frosches« (Berlin 1869) zurückzugreifen.

Wir wissen ganz gut den Unterschied zwischen dem Gehirn hochorganisierter Tiere und dem eines Frosches zu würdigen. Allein nicht nur lassen sich an diesem viel gründlichere Versuche anstellen, denn an jenen: für die Feststellung des Begriffes Seele in seiner Allgemeinheit, als Prinzip des animalischen Lebens, reicht die Sache vollständig aus. Wir möchten sogar weitergehen und sagen: bei einem niederer organisierten Tiere, in welchem die höheren geistigen Thätigkeiten noch gar nicht zum Durchbruch kommen, trete der einfache Seelenbegriff in seiner ganzen Reinheit leichter hervor. Wenigstens sind die Resultate, zu welchen Goltz gelangt, für unsere Theorie von höchstem Wert. Der vollständig enthauptete Frosch lebt fort; jedoch sein Leben ist nur mehr ein Vegetieren. Mit dem Entfallen der zentralen Einigung aller Teile zu einem Ganzen, welches jedem einzelnen Teil es ermöglicht, als Teil des Ganzen, als mit jedem Teile zusammengehörig sich zu fühlen, entfällt die empfundene Empfindung. Die einfache Empfindung, das organische Reagieren ist noch da, ungefähr wie bei einer Pflanze; aber die bewusste, die gefühlte Empfindung, das Gefühl ist erloschen. Die noch möglichen Bewegungen sind nur mehr Reflexe, und wir haben ein Lebewesen vor uns, das von einer Maschine nicht mehr sich unterscheidet. Der Vergleich mit dem Automaten (a. a. O. S. 117 ff.) ist frappant; der diesen Abschnitt unbefangen liest, kann nicht länger darüber in Zweifel sein, dass vom blossen Rückenmark eine Beseelung nicht ausgeht. Von der einfachen Maschine unterscheidet sich das beseelte Wesen dadurch, dass es mit Bewusstsein seine Bewegungen vollführt und sie folglich nicht bloss in für es zweckmässiger Weise zu vollführen, sondern den jeweiligen Umständen sie anzupassen weiss.

Alle vererbten Bewegungen, die in Beziehung auf die Natur und die Lebensweise des Frosches als zweckmässig erscheinen, sind darum noch nicht Akte, von welchen man auf Intelligenz schliessen darf. Wir acceptieren hier rückhaltlos den Ausdruck Intelligenz, in der von Goltz gebrauchten Bedeutung, die das Schwergewicht auf die jeweilige Anpassung legt und damit Klarheit bringt in die Zweckmässigkeit und überraschende Mannigfaltigkeit der allein vom Rückenmark ausgehenden Bewegungen. Goltz sagt ausdrücklich: »Ich brauche hier nicht darauf zurückzukommen, dass die hohe Zweckmässigkeit dieser Bewegungen nichts dafür beweist, dass sie von einem im Rückenmark thätigen Seelen-

vermögen abhängen. Auch die grosse Mannigfaltigkeit in der Form der Bewegungen ist an sich kein Grund, sie als Ausfluss von Seelenthätigkeit anzusehen. Wie ebenfalls schon früher auseinandergesetzt wurde, müsste eine etwa im Rückenmark wohnende Seele, um jene Bewegungen nicht bloss wollen, sondern auch ausführen zu können, die dazu geeigneten Mechanismen gesondert zur Verfügung haben. Sind aber die Mechanismen erst da, so können sie in ihrer vollen Mannigfaltigkeit sich abspielen auch ohne das Zuthun der Seele.« (A. a. O. S. 109.) Die Thätigkeit des eigentlichen Gehirns ist eben mehr als eine blosse Begleiterscheinung der Seelenthätigkeit. Nichts ist leichter als beim Verlust des Gehirns eine transcendente Seele anzunehmen und ihrem Wollen all' die bleibenden Zweckmässigkeitsäusserungen zuzuschreiben. Wird aber diese Seele mit der unbefangenen Konsequenz eines Friedrich Goltz auf die Probe gesetzt, so lässt Einen deren Wollen im Stich. Dass sie gewisse Hindernisse zu überwinden vermag, gewinnt für uns eine ganz andere Bedeutung, sobald wir sehen, dass sie die Hindernisse, die sie überwindet, durch Bewegungen überwindet, welche sie auch macht, wenn diese Hindernisse nicht vorhanden sind.

Für jene, die von einem so komplizierten Reflexmechanismus trotz alledem und alledem nicht annehmen können, dass er all' seine Leistungen ohne Seele zuwege bringe, hat Goltz folgende treffende Antwort: »Mir fällt da ein Wort ein, das, so viel ich mich erinnere, von Lotze herrührt. Wer einen solchen Schreck empfindet vor der Annahme einer Masse höchst feiner und verwickelter Reflexvorrichtungen im Rückenmark, gebärdet sich gerade so, als wenn er in Gefahr käme, sich zu verpflichten, eine Maschine von gleicher Vollkommenheit zu bauen. Nein, das haben wir fürwahr nicht nötig. Es genügt, dass wir einen solchen Apparat denken können, und das übersteigt durchaus nicht unser Fassungsvermögen.« (A. a. O. S. 126.) Und vor die Frage gestellt, ob er verstümmelten Tieren Empfindungsvermögen zuschreibe, erklärt Goltz: »Ich für meine Person glaube nicht, dass ein Frosch ohne Grosshirn bewusste Empfindung hat, weil ich, wie oben ausgeführt wurde, überhaupt nicht mich dazu verstehen kann, ihm Bewusstsein zuzusprechen.« (Ebenda.) Ganz richtig fügt er bei, dass man in dieser Beziehung es jedem überlassen müsse, zu glauben, was er will, insofern bei einem so rein subjektiven Vorgang ein unwidersprechlicher Beweis nicht erbracht werden könne. Allein für die Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit seiner Ansicht führt er nichts Geringeres an, als die Thatsache, dass man einen enthaupteten Frosch in heisses Wasser geben und zu Tode sieden kann, ohne dass er durch die leiseste Bewegung einen Schmerz kundgebe. Er schliesst mit den Worten: »Es gehört wohl ein starker Glaube dazu, um anzunehmen, dass ein solches Tier noch bewusste Empfindungen hat. Wie viel besser stimmt das Ergebnis dieser Versuche zu unserer Ansicht, dass der enthirnte Frosch nichts ist, als ein Komplex von einfachen Reflexmechanismen.« (A. a. O. S. 130.)

Aus alledem ergibt sich, dass das Gehirn, die gesamte Empfindungs- und Bewegungsfähigkeit des Organismus einheitlich zusammenfassend, als das eigentliche Organ der Seelenthätigkeit angesehen werden

kann. Im Gehirn wird mit Hilfe der Sinnes- und Muskelthätigkeit die Empfindung dem daselbst sich konzentrierenden Ganzen vorgestellt, und dadurch die Empfindung des Teils zur Empfindung des Ganzen. Diese Erscheinung nennen wir Bewusstsein. Nicht die Gehirnthätigkeit ist eine Begleiterscheinung des Psychischen, sondern das Bewusstsein ist eine Begleiterscheinung des höher organisierten animalischen Lebens. Allein wenn auch nur eine Begleiterscheinung, so ist sie doch für das betreffende Lebewesen als sein innigstes Ergebnis und wegen des Nutzens, den sie ihm gewährt, von der allerhöchsten Wichtigkeit. Mag man sie auch nach unserer Beschreibung als nichts mehr, denn als einen Spiegel gelten lassen: in diesem Spiegel sieht und erkennt sich das Individuum, durch ihn gelingt es ihm, sich selbst als Ich zu erfassen, dem Ich sein Nicht-Ich als Aussenwelt klar entgegenzusetzen, und aus dieser seine Erfahrung zu schöpfen. Hier befinden wir uns an der Schwelle des Denkens, und dieser Eine Blick genügt, um uns zu zeigen, dass die Seelenstärke und Energie des Geistes auf der Einheitlichkeit des Ganzen beruht, und dass wir da Erscheinungen vor uns haben, welche wert sind, eigene Namen zu führen, ja, über welche wir zu keiner Klarheit kommen können, wenn wir ihnen nicht bestimmte Namen beilegen. Gewiss ist die für sich existierende, metaphysische Seele und der ihr entsprechende Geist etwas ganz anderes, als was wir darunter verstehen, aber die Thätigkeit, welcher sie zum Grunde gelegt werden, ist dieselbe geblieben, und schliesslich ist diese das Wichtigere. Gewiss geht aus dem Prozess des Lebens die Seelenthätigkeit und aus dieser die geistige Thätigkeit hervor; aber dennoch oder vielmehr eben darum steht das Psychische höher als das Physische, das Vernünftige höher als jenes, und dürfen wir das Eine mit dem andern nicht verwechseln. Durch die Erfindung neuer Bezeichnungen würden wir das Verständnis noch mehr erschweren, weil dann auch die Thätigkeiten, über welche nicht Streit ist, im unklaren blieben. Worauf es hauptsächlich ankommt, ist, die Einheit des Prozesses nachzuweisen und die Fälle darzulegen, in welchen das Leben zur Beseelung sich zusammenfasst und das beseelte Wesen zu einem geistigen Wesen sich erhebt. Der unversehrte Frosch hat Seele, der enthirnte lebt nur. Der unversehrte Hund ist nicht nur beseelt, er tritt uns, wie Goltz treffend sagt, als Persönlichkeit entgegen, und wir sehen es seinem Thun an, dass es von einem höheren Bewusstsein getragen ist. Beim Menschen entwickelt sich durch den höheren Organismus und die durch ihn ermöglichte wirkliche Sprache das Bewusstsein zum Selbstbewusstsein und dieses zum Geist. Freilich, wenn wir beim Menschen mit der Untersuchung des psychischen Moments beginnen, da stehen wir vor einem unlösbaren Rätsel. Beginnen wir dagegen bei den untersten Stufen der Lebewesen, und verfolgen wir auf genetischem Wege die höheren Entwickelungsformen, so kann wohl von einem Problem, aber nimmermehr von einem Rätsel die Rede sein.

Die Kluft, die den Menschen von den höchstorganisierten Tieren trennt, hat Haeckel in einer Weise gekennzeichnet, welche uns die Entstehung des Geistes klarlegt. Die Kluft ist eine unüberbrückbare,

obwohl der Mensch keines andern Ursprungs ist als die gesamte übrige Natur. Haeckel bezeichnet als den Grund dieser Kluft vier Eigenschaften, welche auch bei Tieren, aber bei keinem Tiere vereint wie beim Menschen vorkommen: »Die höhere Differenzierungsstufe des Kehlkopfs (der Sprache), des Gehirns (der Seele) und der Extremitäten, und endlich den aufrechten Gang.« (Generelle Morphologie der Organismen, Berlin 1866, Band II, S. 430.) Aus dem Zusammenwirken dieser vier Eigenschaften ergibt sich die Befähigung des Menschen zur bildenden Mitteilung, zum vollbewussten Denken, zur alles bewältigenden Arbeit, zu einem, hohen Zielen zugewendeten Fortschritt. Was wir heute Geist nennen, kann nur allmählich sich entwickelt haben, und ist uns nur verständlich als die Vollendung des ganzen Menschen. So wenig es einen ersten Menschen im gemeinen Sinn gegeben haben kann, so wenig gibt es einen an und für sich seienden Geist. Dieser verhält sich zur Seele wie die Seele zum Leben. Was wir Seelenstärke nennen, ist untrennbar von geistiger Thätigkeit, setzt aber auch eine tiefgehende Harmonie des Denkens und Fühlens, eine umfassende Läuterung der Affekte voraus. Wie die Seelenstärke, ist die Macht des Geistes der Ausdruck einer klaren Einheitlichkeit des Organismus; aber während mit der Seele die Möglichkeit zu Anpassungen gegeben ist, welche den Kreis der vererbten Fähigkeiten überschreiten: ermöglicht der Geist Entwickelungen, welche nicht nur zu den nächstliegenden Erscheinungen, sondern zum grossen Ganzen in Beziehung treten. Der fortschreitende Mensch ist eben vorgedrungen zum Erfassen des Allgemeinen.

Und somit wären wir beim Geist angelangt, von dessen Macht diese Blätter handeln sollen, beim Geist, welcher unserer Anschauung nach, insofern immer der ganze Mensch es ist, der fühlt, denkt und handelt, als identisch sich herausstellt mit dem ganzen gebildeten Menschen. Diese nähere Bestimmung werden manche rundweg ablehnen, ohne aber darum bestreiten zu können, dass ein Mensch, den man ohne allen Umgang mit Menschen in einer Wildnis aufwachsen liesse, keine Spur von Geist an den Tag legen würde. Er bliebe ein beseeltes Wesen, jedoch ohne in der kurzen, zum Leben ihm eingeräumten Spanne Zeit eine wirkliche Sprache oder ein nennenswertes Werkzeug erfinden zu können. In der Tierheit bliebe er befangen, und das Tier verfügt über keinen Geist, sondern nur über die ersten Ansätze zur geistigen Entwickelung. Diese Thatsache steht fest, obwohl sie unvereinbar ist mit einer metaphysischen Natur des Geistes. Allein eben daraus geht hervor, dass die Verbindung eines metaphysischen Geistes mit einem physischen Leibe nicht bloss unerklärlich wäre, sondern überhaupt nicht vorhanden ist. Es genügt übrigens nicht, darüber mit sich im klaren zu sein: man muss es auch sein darüber, dass der freie Geist der Metaphysiker zu den entsetzlichsten Konsequenzen führen müsste. Wollte man ihn nicht auffassen als einen nach jeder Richtung vollkommenen — und dagegen spricht die einfachste Beurteilung des Menschengeschlechts — so wäre es unvermeidlich, zuzugeben, dass seine schrankenlose Willkür ein gesellschaftliches Chaos zur Folge haben würde.

Gerade die undurchbrechbare Verkettung, in welche ihn die monistische, das Kausalgesetz nicht nur in Worten, sondern thatsächlich unbedingt heilighaltende Weltanschauung mit allem Geschehen bringt, bildet den gebahnten Weg, der seine Abirrungen einschränkt, und dadurch seinen Fortschritt ermöglicht oder, wenn man lieber will, begreiflich macht.

Bei dem Geiste, wie wir ihn da auffassen als identisch mit dem Individuum, ist der Wille als die andere Seite des Geistes ein durchweg determinierter, aber auch determiniert in Gemässheit seines Denkens. Die metaphysische Zweiteilung der Menschennatur drängt sich selbst ein Problem der Freiheit auf, das niemand zu lösen vermag. Für die Einheitlichkeit, welche wir der Menschennatur vindizieren, gibt es kein Freiheitsproblem. Es gibt nur eine nichtbegriffene und eine begriffene Notwendigkeit, und diese ist die allein mögliche Freiheit. Diese Freiheit aber ist nicht von Haus aus dem Menschen eigen, sondern, wie der menschliche Geist, Sache der Entwickelung, d. h. einer noch höhern Entwickelung. Durch die Erziehung wird uns die Achtung vor dem, was Gesetz ist, zur eigenen Natur, und dadurch das allgemeine Gesetz zum eigenen Gesetz, in welchem wir uns dann unserer Natur gemäss bewegen. Und unter die Erzieher des Menschen zählen wir nicht nur seine persönlichen Lehrer, sondern die ganze Vergangenheit des Menschengeschlechts, die Erfahrungen des Einzelnen und sein eigenes Zuthun, sobald er dahin gekommen ist, den Wert der Fortentwickelung so innig zu würdigen, dass daraus ein Motiv ihm erwächst, welches mächtig wie kein anderes seine Geistesrichtung bestimmt. Ernst Laas, der unter den Philosophen der Neuzeit zu den ganz unbefangenen gehört und in Fragen der Transcendenz und des Determinismus keinerlei auch nur scheinbare Konzession kennt, schreibt in seiner meisterhaften Kritik Uphues', Schute's und Kaftan's: »Gewiss nennen auch wir ‚frei' ein Wesen, das alle relevanten Handlungsmomente zu überlegen im stande ist; und auch wir halten diese Freiheit für ein Erziehungsergebnis, gegründet auf die Macht der Einübung und Gewöhnung, die keine ‚mechanische' Potenz ist. Aber weder möchten wir damit eine vage Unbeständigkeit und Unregelmässigkeit der menschlichen Handlungen zulassen, noch glauben, dass, wenn wir Zukunftsrücksichten nehmen und soziale Anforderungen auf uns wirken lassen, wir jemals über das ‚Gesetz der Lust und Unlust' hinauskämen, welches Kaftan als Vertreter einer Offenbarungsreligion das ‚Gesetz der Sünde' nennt. Alle Erziehung kann nur dazu führen, wie Platon sagte, Freude zu fühlen an dem, was man soll (*χαίρειν οἷς δεῖ*). Und der nicht völlig Durchgebildete thut das Rechte aus Furcht.« (Avenarius' Vierteljahrsschrift, Leipzig 1883, VII. Jahrg. 2. Heft, S. 246.)

Es ist für uns von hohem Wert, dass ein Mann von solchem Schlage mit ganzer Entschiedenheit für den Grundsatz eintritt, mit dem unsere Glückseligkeitslehre steht und fällt. Mit dem einfachen Überlegen der Handlungen können wir zwar das, wofür wir den Ausdruck Freiheit uns gestatten, noch nicht beginnen lassen. Dieses Überlegen bedarf eines Erfolges, und dazu ist der Wille des Guten unerlässlich, weil

der Verstand kein anderer ist, als der Wille. Der überlegende Verstand ist sittlich wertlos, insofern der Wille nicht in ihn aufgegangen, die Identität beider keine klare ist. Allein darum steht uns doch dieser Denker viel näher, als es nach jener Wendung scheint, denn das Schwergewicht seiner Worte liegt für uns in der Entschiedenheit, mit welcher er das »Gesetz der Sünde« nicht gelten lässt. Auch nach unserer Überzeugung lassen sich alle unsere Handlungen — bei den sogenannten indifferenten ist vielleicht die Sache nur schwerer zu ergründen — auf Lust- oder Unlustgefühle zurückführen. Was den Menschen unabweisbar zurück hält oder vorwärts drängt, ist der mit seinem selbstbewussten Empfinden gegebene Glückseligkeitstrieb. Die Läuterung dieses Triebes, die Erweiterung des Egoismus zum Altruismus ist die Hauptaufgabe der Erziehung, auf die wir noch zurückkommen. Gelingt es ihr aber auch, ihr Ziel völlig zu erreichen, einen Menschen dahin zu entwickeln, dass er in der Beglückung anderer seine höchste Glückseligkeit findet; so kann dieser Glückliche doch niemals seine Vollendung sich selbst zuschreiben. Seine Erziehung ist nicht sein Werk; von dem Moment an, in welchem er begonnen hat, selbst dabei mitzuwirken, konnte er nicht anders; endlich ist immer, wenn er anders wahrhaftig sein will gegen sich selbst, sein erstes und letztes Ziel seine eigene Glückseligkeit gewesen. Es kann daher, selbst abgesehen von der Kausalität, von diesem Standpunkt aus ein Verdienst niemals angesprochen werden; und zwar von dem etwaigen Erzieher so wenig, als von dem glücklich Erzogenen. Der Erzieher — selbst der sich geisselt und kasteit oder das grösste Opfer bringt, thut nur, was ihn am höchsten reizt — wurde dabei gleichfalls durch seinen eigenen Glückseligkeitstrieb geleitet. Dass beide, dass alle das Bewustsein wirklicher Willensfreiheit in sich tragen, ist dadurch bedingt, dass wir nur in Gemässheit unserer, gleichviel ob angeborenen oder anerzogenen Natur handeln können. Dieses Bewusstsein, selbst zu thun, was wir thun, beruht auf der Einheitlichkeit, welche die Durchgeistigung ausmacht, und ist uns als identisch mit ihr ein viel zu kostbares Gut, als dass wir es je uns könnten rauben lassen: es ist das Gefühl der Selbständigkeit, das zum Unterschied von der blossen Maschine jedem beseelten Wesen und vor allen dem denkenden Menschen eigen ist. Dieses Bewusstsein, das keiner je verleugnen wird, genügt zur Aufrechthaltung der Verantwortlichkeit, die selbst der grösste Verbrecher nicht ablehnt, weil jeder lieber alle Folgen seiner Handlungen tragen, denn sich selbst zur Null degradieren wird.

Darum kann unsere Anschauung auf die Rechtspflege keine anderen Wirkungen ausüben als jeder Fortschritt in der Bildung und Aufklärung. Die Gesetzgebung wird eine mildere werden, aber auf ihre Strafsanktionen nie verzichten: diese werden immer mehr den Charakter des einfachen Unschädlichmachens an sich tragen. Das Recht des Staates, den einzelnen und sich selbst vor Übergriffen zu schützen, ist unbestreitbar von Seite aller, welche ihn als notwendig anerkennen; und dem einzelnen sind die Bestimmungen der Gesetze ebensoviele Motive für sein Verhalten. Die Besorgnis, dass die Rechtspflege erschüttert werden könnte, ist neben dem Wunsche, in einer bessern

Welt durch Belohnung in Gemässheit des Verdienstes eine Ausgleichung der sogenannten Ungerechtigkeiten dieser Welt zu finden, der Hauptgrund des Widerstandes, auf den unsere Anschauung stösst. Dass wir auf letzteres nicht eingehen, hat nicht seinen Grund in einem mangelnden Verständnis für religiöse Bedürfnisse. Wir geben auch gerne zu, dass wir vom Standpunkt jenes Wunsches aus das Festhalten am Verdienste für gerechtfertigt halten, zumal auch die Frage der Freiheit in diesem Falle eine ihm möglichst entsprechende Lösung findet. Allein zugeben können wir nicht, dass für den Ethiker die Tugend, welche eine Belohnung anspricht, an Wert gewinne; und was wir gar nicht begreifen können, ist die Logik jener, welche zum Determinismus sich bekennen, und das Kausalitätsgesetz hochzuhalten vorgeben, aber das mit der Tugendübung verbundene Verdienst nicht fahren lassen wollen. Einen eklatanten Fall dieser Art bringt die oben citierte Vierteljahrsschrift, VII. Jahrgang, 1. Heft, S. 85, in einer: die Ethik der Gegenwart in ihrer Beziehung zur Naturwissenschaft — überschriebenen Abhandlung von Ths. Achelis. Da wird zuerst geklagt, dass die unbegründeten Besorgnisse, es könnte eine rückhaltlose Anerkennung des Kausalitätsgesetzes zu einer besinnungslosen Identifizierung von Gut und Böse, von Tugend und Verbrechen u. s. w. führen, eine einheitliche wissenschaftliche Weltanschauung bisher unmöglich gemacht haben. Wir begreifen, dass eine solche Besorgnis die allgemeine Anerkennung des Kausalgesetzes und die Verbreitung einer ihm entsprechenden Weltanschauung erschwert; aber dass sie die letztere überhaupt unmöglich mache, ist eine Gedankenverbindung, die wir dem geschätzten Autor überlassen, welcher folgendermassen fortfährt: »Vielleicht ist die unvorsichtige Art, wie entschiedene Deterministen solchen Einwänden begegneten, nicht unwirksam zur Bestärkung solcher nichtigen Vorurteile gewesen; so leugnet z. B. Carneri völlig die Möglichkeit eines sittlichen Verdienstes bei dem deterministischen Standpunkte (Grundlegung der Ethik, Wien 1881, p. 295). Nichts kann falscher sein wie diese Schlussfolgerungen; denn, so sehr wir im Interesse einer konsequenten Weltanschauung die ausnahmslose Geltung des Kausalitätsgesetzes vertreten, so sehr für einen universellen Blick die Summe alles Geschehens fest und unabänderlich daliegen müsste und nichts neues (?) sich ereignen könnte, so unbedingt halten wir an dem Gefühle der Freiheit, als einer unbestreitbaren Thatsache des Bewusstseins fest.« — Dieses »denn« ist herrlich: stellt man beide »wir« zusammen, so ist unsere Folgerung falsch, weil unser Kritiker am Freiheitsgefühl festhält. Wir heben diese wie die frühere Gedankenverbindung nur hervor, weil sie gleich auf den ersten Blick eine gewisse Beruhigung uns gewährt hat gegenüber der niederschmetternden Bestimmtheit, mit welcher da von unsern Folgerungen, deren übrigens nur eine als genannt erscheint, ausgesagt wird: »nichts könne falscher sein.«

Jene Thatsache des Bewusstseins lassen wir ja gelten, und geben sie als eine allgemeine zu; allein ihretwegen den Determinismus weniger entschieden auffassen zu wollen — unsern verehrten Gegner choquiert offenbar nur unsere Entschiedenheit — kommt uns gerade so vor, als

meinte Einer, man dürfe die Umdrehung der Erde um ihre Achse samt allem, was daraus folgt, nicht mit voller Entschiedenheit aussprechen, weil man dem damit in Widerspruch stehenden Auf- und Untergang der Sonne, an welchem der Mensch immer festhalten wird, einen wenn auch nur geringen Grad von Wahrheit gelten lassen müsse. Wie die eigentliche Willensfreiheit, ohne welche es ein Verdienst nicht gibt, beruht diese Erscheinung auf einer Täuschung. Wir haben es da mit einer Thatsache des Gefühls zu thun, die mit der Natur des Menschen genau so innig verwachsen ist, wie jene Thatsache des Bewusstseins. Der Mensch fühlt nicht die Umdrehung der Erde, und kann sie nicht fühlen. Es ist aber auch gut für ihn, dass er sie nicht fühlt, weil er sonst seine ganze Thatkraft darauf verschwenden würde, an den drehenden Ball sich festzuklammern: wie es auch gut für ihn ist, dass er sich frei fühlt, weil darauf, als auf dem Gefühl der Selbstheit, die Energie seiner Thatkraft beruht. An jenem Gefühl wie an diesem Bewusstsein wird nichts dadurch geändert, dass der Mensch darüber sich aufklären lässt, woran er in Wahrheit sei, während er dabei gewinnt, wie man durch jede Aufklärung gewinnt, indem er nämlich einsieht, wie lächerlich es sei, krampfhaft an diese Erde sich zu klammern — im moralischen wie im physischen Sinn — und seinen irdischen Handlungen einen Wert beizulegen, den sie nicht haben. Das Wahre am Freiheitsgefühl ist die Einheitlichkeit unseres Wesens, wie das Wahre an der stillstehenden Erde die einheitlich mit ihr sich drehende Atmosphäre ist. Dies erklärt uns aber eben nur die Täuschung. Unser strenger Kritiker würde gewiss nicht gestatten, an das Gefühl, dass die Erde stille steht, ernstere Konsequenzen zu knüpfen. Warum gestattet er es beim Gefühl der Willensfreiheit? Der Begriff des Verdienstes ist eine sehr ernste Konsequenz. Die Zeiten Galilei's sind vorüber; aber ihr Geist findet noch immer Partien der Wissenschaft, in welchen er sein Richteramt nicht für erloschen hält. Die Moral der Geschichte ist die Geschichte der Moral. Wir können hier nicht wiederholen, was wir in unserer Grundlegung der Ethik ausführlicher darüber gesagt haben; denn so »vorsichtig« waren wir schon, die Sache von ihren wichtigern Seiten zu erwägen, und verweisen den gütigen Leser, der dieser sehr ernsten Frage das richtige Interesse entgegenbringt, auf die im Register — er braucht darum nicht durch das ganze Buch sich hindurchzuarbeiten — unter den Artikeln Verdienst und Verpflichtung angemerkten Seiten. Hier wollen wir nur noch beifügen, dass unserer Ansicht nach die Allzuvorsichtigen und Unentschiedenen es sind, welche es verhindern, dass das Kausalgesetz, der Tod alles Aberglaubens und alles dessen, was daran hängt, zu einer allgemeinen und rückhaltlosen Anerkennung gelange.

Gerade die Entschiedenheit, mit welcher wir für den Determinismus eintreten, ist es, die uns gestattet, ebenso entschieden für den hohen Wert einzutreten, welcher unveräusserlich unserm sittlichen Verhalten zukommt. Um an das weiter oben nach Platon citierte Wort anzuknüpfen: mit dem sittlichen Verhalten ist unzertrennlich eine edle Freude verbunden, von welcher jede Vorstellung eines Verdienstes,

wofür doch nur der Unbescheidene einen ausgeprägtern Sinn hat, weit überstrahlt wird. Wie der Schöne seiner Schönheit sich freut, der Starke seiner Kraft, der Gesunde seiner Gesundheit, nicht weil er seine Schönheit, seine Kraft, seine Gesundheit sich selbst verdankt, sondern weil er selbst der Schöne, der Starke, der Gesunde ist: so freut sich der sittlich erhobene Mensch seiner Sittlichkeit nicht als seines Werkes, sondern als der ihm eigen gewordenen Natur. Worauf es dabei wieder allein ankommt, ist, sobald man einmal die Teleologie ablehnt, mit der nötigen Entschiedenheit sie abzulehnen, nicht mehr die Tugend zu betrachten als den Weg zur Glückseligkeit, sondern die wahre Glückseligkeit als den Weg zur echten Tugend.

Und weil wir schon bei der Entschiedenheit sind, so wollen wir hier ein entschiedenes Wort über die Erziehung in der Volksschule einschalten. Der moderne Staat wird alle seine höhern Zwecke nur halb erreichen, mit der sittlichen Entwickelung seiner Bürger nicht vorwärts kommen, so lang er nicht gründlich mit einer Tugendlehre bricht, die längst nicht mehr verfängt. Was gestorben ist, ist gestorben, und die frömmsten Wünsche wecken die Toten nicht auf. Der Staat hat in der Volksschule selbst Moral zu lehren, und zwar eine zeitgemässe Moral. Kein Kind hat heranzuwachsen, ohne dass mit ihm heranwachse das Gefühl seiner Pflichten gegen sich selbst, gegen seine Mitmenschen und gegen den Staat. Dieses Pflichtgefühl hat dem Kinde nicht weitläufig begründet, sondern einfach eingeprägt zu werden, wie das Kind folgen zu lernen hat, nicht aus Gründen, sondern nur um des Folgens willen, damit es später befähigt sei, ins Unvermeidliche sich zu fügen, das über uns hereinbricht, ohne früher, meist auch ohne später auf unser Warum eine Antwort zu geben. Die allgemein menschliche Staatsmoral, die uns da vorschwebt, braucht nicht in Widerspruch zu geraten mit den Gründen der Moral, welche die Kirchen lehren. Sie darf es auch nicht, um die kindlichen Gemüter nicht zu verwirren. Sie hat eben nur zu verhindern, dass dort, wo die Kirche über ihren Gründen auch die Moral vergisst — ihre Gründe sind ihr oft die ganze Moral — gar keine Moral gelehrt werde. Die Begründung der allgemein menschlichen Staatsmoral gehört in die höhern Lehranstalten, an welchen der kirchliche Moralunterricht nicht mehr am Platze ist. Dort ist der Widerspruch unvermeidlich, denn dort darf nichts gelehrt werden, was mit der Wissenschaft in Widerspruch steht. Die Wissenschaft aber kann man ruhig walten lassen, und man hat sie ruhig walten zu lassen, wenn es Einem Ernst ist mit dem Fortschritt. Bei diesem ist, wie bei allem Grossen, nur die Halbheit gefährlich. Der Staat braucht den ganzen Fortschritt, weil er ganze Menschen braucht. Was zum Durchbruch kommen soll, ist der Geist mit seiner ganzen Macht, und der ganze Mensch ist der Geist, der Mensch in seiner geläutertsten Einheitlichkeit.

Wir haben mit Marc Aurel begonnen und wollen mit ihm schliessen. Uns thut die Wahl weh, überblicken wir all' die Gedanken, die in edelster Weise seiner unerschütterlichen Gesinnung und Todesverachtung Ausdruck geben. Gott und Natur waren ihm ein einziger Begriff, weil er in der

Materie, aus der alles hervorgeht und in die alles zurückfliesst, die Quelle und den Urgrund der Dinge erblickte. Wie er, das Leben ins Auge fassend, aus ganzer Seele ausrufen konnte: »Welche Gewalt hat doch der Mensch, der nichts thut, als was Gott loben kann, und alles hinnimmt, was Gott ihm sendet;« (XII. 8.) — ebenso konnte er, den Tod ins Auge fassend, aus ganzer Seele ausrufen: »Weihrauch auf dem Altar der Gottheit — das ist des Menschen Leben. Wie viel davon gestreut schon ist, wie viel noch nicht, was liegt daran?« (IV. 15.) Mit welcher Feinheit er das Verhältnis des Menschen zu den Göttern aufzufassen wusste, und wie für ihn nur die subjektive Seite des Gebetes, als praktische Konzentration des Geistes, einen Wert hatte, sagt uns am besten folgende Stelle: »Entweder die Götter vermögen nichts, oder sie haben Macht. Können sie nichts, was betest du? Haben sie aber Macht, warum bittest du sie nicht lieber darum, dass sie dir geben, nichts zu fürchten, nichts zu begehren, dich über nichts zu betrüben: als darum, dass sie dich vor solchen Dingen, die du fürchtest, bewahren oder solche, die du möchtest, dir gewähren? Denn, wenn sie den Menschen überhaupt helfen können, so können sie ihnen doch auch dazu verhelfen. Aber vielleicht entgegnest du, das hätten die Götter in deine Macht gestellt? Nun, ist es denn da nicht besser, was in unserer Macht steht, mit Freiheit zu gebrauchen, als mit knechtisch gemeinem Sinn dahin zu langen, was nicht in unserer Macht steht? Wer aber hat dir gesagt, dass die Götter uns in den Dingen, die in unserer Hand liegen, nicht beistehen? Fange nur an, um solche Dinge zu bitten, dann wirst du ja sehen. Der bittet, wie er möchte frei werden von einer Last; du bitte, wie du's nicht nötig haben möchtest, davon befreit zu werden. Jener, dass ihm sein Kind erhalten werden möge; du, dass du nicht fürchten mögest, es zu verlieren u. s. f. Mit einem Wort: gieb allen deinen Gebeten eine solche Richtung, und siehe was geschehen wird.« (IX. 21.) Für jene, welche meinen, der Stoiker habe keinen Sinn gehabt für die Anschauungen Epikur's, setzen wir folgende zustimmende Worte hierher: »Epikur erzählt: in meinen Krankheiten erinnere ich mich nie eines Gesprächs über die Leiden des Menschen; nie sprach ich zu jenen, die mich besuchten, über dieses Thema. Sondern ich arbeitete weiter, über naturhistorische Gegenstände im allgemeinen und besonders darüber nachdenkend, wie die Seele trotzdem, dass sie an den Bewegungen im Körper teil hat, ruhig bleiben und das ihr eigentümliche Gut bewahren möge.« (IX. 22.) Die folgenden zwei Stellen über das Glück sind charakteristisch: »Wie die Gedanken sind, die du am häufigsten denkst, ganz so ist auch deine Gesinnung. Denn von den Gedanken wird die Seele gesättigt. Sättige sie also mit solchen, wie: dass man, wo man auch leben muss, glücklich sein könne.« (V. 16.) »So sei denn endlich einmal, und gerade wenn du recht verlassen bist, ein glücklicher Mensch, d. i. ein Mensch, der sich das Glück selbst zu bereiten weiss, d. i. die guten Regungen der Seele, die guten Vorsätze und die guten Handlungen.« (V. 36.)

Und zum Schluss eine Erörterung, die den Satz, dass man den Lohn seiner Handlungsweise in ihr selbst zu suchen habe, nicht geist-

voller durchführen könnte, und unwiderleglich klar legt, dass die Sittlichkeit, weit entfernt, durch das Vorhandensein eines Verdienstes bedingt zu sein, in ihrer vollen Reinheit nur ohne dieses erfasst werden kann. »So oft dir jemand mit seiner Unverschämtheit zu nahe tritt, lege dir die Frage vor, ob es nicht Unverschämte in der Welt geben müsse? Denn das Unmögliche wirst du doch nicht verlangen. Und dieses ist nun eben einer von den Unverschämten, die in der Welt existieren müssen. Dasselbe gilt von den Schlauköpfen, von den Treulosen, von den Lasterhaften. Und sobald dir dieser Gedanke geläufig wird, dass es unmöglich ist, dass solche Leute nicht existieren, siehst du dich auch sofort freundlicher gegen sie gestimmt. Ebenso frommt es, daran zu denken, welche Tugend die Natur jeder dieser Richtungen gegenüber dem Menschen verliehen hat. So gab sie z. B. der Lieblosigkeit gegenüber, gleichsam als Gegengift, die Sanftmut. Überhaupt aber steht dir frei, den Irrenden eines Bessern zu überführen. Und ein Irrender ist jeder Böse: er führt sich durch sein Unrecht selbst vom vorgesteckten Ziele ab. Was aber schadet es dir? Kann er etwas wider deine Seele? Und was ist denn Übles oder Fremdartiges daran, wenn ein zuchtloser Mensch thut, was eben eines solchen Menschen ist? Eher hättest du dir selbst Vorwürfe zu machen, dass du nicht erwartet hast, er werde derart handeln. Deine Vernunft gab dir doch Anlass genug zu dem Gedanken, dass es wahrscheinlich sei, er werde sich auf diese Weise vergehen; und nun, weil du nicht hörst auf das, was sie dir sagt, wunderst du dich, dass er sich vergangen hat! Jedesmal also, wenn du jemand der Treulosigkeit oder der Undankbarkeit beschuldigst, richte den Blick in dein eigenes Innere. Denn offenbar ist es doch dein Fehler, wenn du einem Menschen von solchem Charakter dein Vertrauen schenktest, oder wenn du ihm eine Wohlthat erwiesest mit allerlei Nebenabsichten, und ohne den Lohn deiner Handlungsweise nur in ihr selbst zu suchen. Was willst du noch weiter, wenn du einem Menschen wohlgethan? Ist's nicht genug, dass du deiner Natur entsprechend gehandelt? Strebst du nach einer besonderen Belohnung? Als ob das Auge Bezahlung forderte, dafür, das es sieht, und die Füsse dafür, dass sie schreiten! Und wie Aug und Fuss dazu geschaffen sind, dass sie das Ihrige haben in der Erfüllung ihrer natürlichen Funktionen: so hat auch der Mensch, zum Wohlthun geschaffen, so oft er ein gutes Werk gethan und andern irgendwie äusserlich beistand, eben nur gethan, wozu er bestimmt ist, und hat darin das Seinige.« (IX. 23.) Allerdings nicht der Mensch, wie er kommt aus der Hand der Natur; denn diese ist weder gütig noch bösartig: aber der sittlich erhobene Mensch nimmt diesen Standpunkt ein. Seine Gefühle, Vorstellungen und Begriffe werden immer adäquater, d. i. klarer in ihrem Zusammenhang mit dem grossen Ganzen, und volle Geltung hat für ihn der Satz: »Widerwärtigkeiten gibt es nur für den, der sie dafür hält.«

Wildhaus, 26. Juli 1883.

Einige Bemerkungen zu Cl. König's „Untersuchungen über die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate" im Kosmos 1883.

Von

Prof. **A. Blytt** (Christiania).

Herr Cl. König hat meine Theorie der säkularen Wandelungen des Klimas in dieser Zeitschrift einer längeren Kritik unterworfen. Wenn ich voraussetzen dürfte, dass die Leser des »Kosmos« aus eigener Anschauung die Arbeiten kennten, welche Hr. K. zum Gegenstand seines Angriffes gemacht hat, so würde ich es kaum für notwendig erachtet haben, auf jene Kritik zu antworten; da indessen wahrscheinlich der grösste Teil derer, welche Hr. K's »Untersuchungen« lesen, nicht in die Lage gekommen ist, von meinen Arbeiten Kenntnis zu nehmen, muss ich die Redaktion um Platz für folgende Bemerkungen ersuchen.

Durch die Lektüre von Hrn. K's »Untersuchungen« erhält man — eine höchst unvollkommene und fehlerhafte Vorstellung von meiner Theorie. Hr. K. hat nämlich von vornherein den Grundgedanken meiner Theorie durchaus missverstanden. Er glaubt, dieselbe laufe hinaus auf einen gleichzeitigen Wechsel extremer Klimate für die ganze Halbkugel. Er sagt nämlich (p. 337): »Gesetzt es sei so, wie die Theorie behauptet, dann müsste das Klima der nördlichen Erdhälfte jetzt entweder kontinental oder insular sein, eine Folgerung, welcher die heutigen meteorologischen Resultate widersprechen.« P. 342 erzählt er mir sogar, dass die norwegische Westküste ein insulares Klima hat — eine Wahrheit, die mich nicht gerade überraschen konnte, da sie sich mir durch die persönliche Erfahrung vieler Sommer recht nahe gelegt hat. Auf Grund der ebenerwähnten Thatsache macht er sogar den Vorschlag, die ganze Theorie auf den Kopf zu stellen und der Gegenwart ein relativ feuchtes Klima beizulegen. Es heisst (l. c.): »Wäre die Theorie in dieser Form vorgetragen« (d. h. im vollständigsten Widerspruch mit dem Zeugnis der Natur, wie uns dasselbe in unsern ausgetrockneten Torfmooren vor Augen liegt), »dann wäre die Kritik kaum herausgefordert« u. s. w. Und weiter: »Infolge so arger Verkennung des gegenwärtigen Klimas von Norwegen« (— ich soll nämlich annehmen,

dass ganz Norwegen zur Zeit ein ausgeprägtes Kontinentalklima besitze —) »mag man ihr« (der Kritik) »die Dreistigkeit verzeihen, die Frage zu stellen: sind etwa alle kontinentalen Perioden gleichen Charakters mit der Zehnten« (d. h. der Gegenwart)? »Dann würde die Theorie zusammenschrumpfen auf einen Wechsel zwischen gleichmässigem Klima mit sehr wenig Niederschlägen und einem gleichmässigen Klima mit viel Niederschlägen. Oder rechtfertigt die geologische Vergangenheit des Landes einen anderen Gedanken auszusprechen?« Nun ist der Sachverhalt aber der, dass jener dürftige Rest, auf welchen nach Hrn. K. die Theorie einzuschrumpfen droht, nichts anderes ist als die ursprüngliche und unverfälschte Grundlehre in allen meinen Arbeiten, und dass somit Hr. K. sich leider »einer argen Verkennung« der ganzen Theorie schuldig gemacht hat. Aus dem Titel meiner Abhandlung in Engler's Jahrbüchern hat er sich zu dem Glauben verleiten lassen, dass meine Theorie einen Wechsel extremer Klimate verlange, was mir indessen nie in den Sinn gekommen ist. Dies Missverständnis des Hrn. K. ist indessen um so weniger zu entschuldigen, da meine Meinung mit dem Ausdruck »wechselnde kontinentale und insulare Klimate« nicht nur unzweideutig aus dem ganzen Zusammenhang hervorgeht, sondern auch noch zum Überfluss gleich am Anfang der Abhandlung deutlich erklärt wird, indem es heisst, »dass Zeiträume mit einem feuchten und milden Klima mit andern Zeiträumen abwechseln, in welchen ein trockneres und mehr kontinentales Klima herrscht.« Hätte ich wirklich behauptet, dass die ganze nördliche Halbkugel zu einer Zeit ein ausgeprägtes Kontinentalklima und zu anderer Zeit ein ebenso ausgeprägtes Küstenklima besessen haben sollte, so kann ich nicht verstehen, wie man es für notwendig halten konnte, ganze 200 Spalten daran zu opfern, um eine so ungeheuerliche Theorie zu Grabe zu tragen. Die, meine ich, hätte sich selbst das Urteil gesprochen.

Hr. K. befindet sich ferner in vollständigem Irrtum in bezug auf das, was Engler und ich als »schrittweise« oder langsame Wanderung verstehen. Er nimmt das Wort »schrittweis« durchaus wörtlich und legt mir die wunderbare Meinung bei, dass die Arten unserer Flora Zoll um Zoll eingewandert seien, d. h. bloss durch Ausläufer und Wurzeltriebe und durch den im nächsten Umkreis der Mutterpflanze niederfallenden Samen, aber ohne irgend welche Mitwirkung von Wind, Wasser oder Tieren. Er räumt nun freilich ein, dass ich nirgends etwas Derartiges ausgesprochen habe, sagt aber, dass er es zwischen den Zeilen lese, dass dies meine Meinung sei. Ein so grobes Missverständnis meines Ausdrucks »schrittweise Wanderung« ist um so unverzeihlicher, da es aus dem ganzen Zusammenhang deutlich hervorgeht, dass die schrittweise Wanderung nur den Gegensatz bildet gegen die zufällige Wanderung oder Verschleppung eines einzelnen Samenkorns nach fernen Inseln oder Ländern durch Vögel oder Meeresströme. In meinem »Essay on the Immigration« p. 31 heisst es: It is doubtless far more easy for plants to extend themselves over connected tracts of country. But the migration (by means of wind, birds, mammalia) seems also in this case to be effected little by little, as it is no doubt an exceptional case for animals to migrate all at once without resting,

across large tracts of country.« Aus diesem Ausspruch ist klar genug zu ersehen, was ich unter schrittweiser Wanderung verstehe, und ein Kritiker hat nicht das Recht, zwischen den Zeilen etwas anderes heraus zu lesen.

Es wäre übrigens sowohl für ihn als für mich erspriesslicher gewesen, wenn er sich nicht mit solchem Lesen zwischen den Zeilen befasst hätte. Es hätte uns beiden ein ganz hübsches Stück Arbeit erspart, und viel Tinte, Schwärze und Papier hätten sich besser verwenden lassen.

Sogar von den Wasserpflanzen will Hr. K. wissen, dass dieselben meiner Theorie zufolge Zoll um Zoll eingewandert seien, so dass ich mich in die »unangenehme Situation« versetzt finden soll, mich zu der Ansicht bekennen zu müssen, dass »alle Bäche, Flüsse, Teiche und Süsswasserseen ehemals E i n s miteinander gewesen seien«. Es gibt viele Lokalitäten, an welchen der Pflanzenwuchs nie hat gedeihen können, es gibt nackte Felsen, wo nichts Wurzel schlagen kann, es gibt Schneefelder und Gletscher u. s. w., alles das sind nach Hrn. K. ebenso viele Beweise gegen meine Theorie, da ich ja eine Zoll um Zoll fortschreitende Wanderung der Pflanzen lehre. An Aufdeckung und Widerlegung aller dieser wunderlichen Meinungen wendet Hr. K. viele Mühe und Arbeit, aber leider nur aus dem Grunde, weil er zwischen den Zeilen das gerade Gegenteil herausgelesen hat von dem, was in meinen Arbeiten sich mit klaren und deutlichen Worten ausgesprochen findet.

Meine Meinung ist nämlich ganz einfach diese: die Arten wandern in der Regel langsam, d. h. die häufigsten Transportmittel: der Wind, die Standvögel und die Säugetiere befördern die Pflanzen gewöhnlich nur über kürzere Wegstrecken hin von einem geeigneten Standort zum andern. Die Lücken in der Verbreitung sind aber dermalen so gross, dass man sie kaum allein mit Hilfe der noch wirksamen Transportmittel zu erklären vermag. Man wird sich vielmehr genötigt sehen, für die Vorzeit eine gleichmässigere Verbreitung anzunehmen, bei welcher die Lücken nicht grösser waren, als dass sie mittels der bekannten Transportmittel überschritten werden konnten. In den Gegenden, in welchen die Arten einer Gruppe zur Zeit mangeln, finden sich nämlich zahlreiche Lokalitäten, welche passende Standorte für jene Arten abgeben würden, wenn nur das Klima sich ihrem Gedeihen nicht widersetzte. Ich habe aber selbstverständlich weder gemeint noch gesagt, dass die Artgruppen jeden Zollbreit des Terrains, das zwischen den Kolonien liegt, besetzt gehalten hätten.

Diese beiden Missverständnisse sind die schlimmsten. Aber auch in andern Punkten laufen recht wunderbare Irrtümer mit unter. Ich habe z. B. nie, wie p. 342 behauptet wird, die Eiszeit durch meine Theorie erklären wollen; ich habe nie gesagt (cf. p. 482), dass die Buche kontinental und boreal sei; es ist keine »Verhöhnung der Naturwissenschaft« (p. 483), wenn ich sage, dass *Eryngium maritimum, Crambe maritima, Atriplex littoralis, Statice bohusiensis* u. a. das ausgeprägte Küstenklima scheuen, »denn mit letzterem Satz ist einfach eine Thatsache ausgesprochen, jene Arten fehlen nämlich in unseren westlichen Küstengegenden. P. 483 sagt Hr. K.: »Der für die Theorie so wichtige

Satz »»mit jedem neuen Klima wanderte eine neue Pflanzenwelt ein««, verliert vierzig Prozent von seiner Wahrheit, indem die Theorie von 10 Perioden und nur von 6 Floren in Norwegen spricht.« Man vergleiche hiermit meine eigenen Worte (Engl. Jahrb. II, p. 10): »So lange die Landverbindungen zwischen unserer Halbinsel und den anderen Gegenden eine Einwanderung in grösserem Massstabe möglich machten, wanderte unter jeder kontinentalen Periode eine kontinentale Artgruppe, und unter jeder Regenzeit eine insuläre Flora ein.« Warum Hr. K. in seinem Citat die oben hervorgehobenen Eingangsworte des Satzes weggelassen hat, bleibt mir unverständlich. Hätte er dieselben mit abdrucken lassen, würde nichts zu kritisieren gewesen sein. Auf Seite 490 kritisiert Hr. K. in Anlass der Entwaldung des Küstensaums folgende Behauptung, die mir zugeschrieben wird: »Mit Zunahme der atmosphärischen Feuchtigkeit schwindet der Wald.« Obwohl dieser Satz zwischen Anführungszeichen gesetzt ist, als sei er wörtlich mir entlehnt, findet sich doch ein so eigenartiger Ausspruch nirgends in meinen Schriften. Er ist von Hrn. K. erfunden, und mir liegt keine Verpflichtung ob, ihn zu verteidigen. Ich habe nichts weiter gesagt, als dass klimatische Veränderungen möglicherweise das Ihre zur Ausrottung des Waldes längs der Küste gethan haben können, und habe mich mit grosser Vorsicht ausgesprochen. (Essay on Immigration p. 47—48.) Dass der grosse Holzverbrauch der Sennhütten (Säter) zum Sinken der Waldgrenze beigetragen hat, habe ich übrigens, wie ich glaube, lange vor Schübeler ausgesprochen in meinem Buch »über die Vegetationsverhältnisse am Sognefjord«, Christiania 1869, p. 33.

Mein geehrter Herr Kritiker verwickelt sich ausserdem nicht selten in eigentümliche Widersprüche. So heisst es p. 452: »Die arktische Flora ist auch im grossen und ganzen nicht kontinental« und p. 605: »Die grosse Wiege der arktisch-alpinen Pflanzen, so halten wir mit Christ und Grisebach fest, sind die Berge und Thäler des Altai.« Nun glaube ich aber doch, dass eine Flora, deren rechte Heimat im Innern von Hochasien zu suchen ist, mit ziemlichem Recht als eine kontinentale charakterisiert werden darf. Hr. K. sagt weiter über die arktische Flora: »Sie ist an der Küste von Spitzbergen weit reicher und entwickelter, als im Innern, und Eis und Meeresströmung ist ihr Fahrzeug, ihre Triebkraft, um von Küste zu Küste zu wandern. Grisebach hat diese Thatsache so schön und ausführlich dargestellt.« Diese Äusserungen zeigen, dass Hr. K. sehr wenig von der Ausbreitung der Pflanzen auf Spitzbergen weiss. Nathorst, der die Flora Spitzbergens sehr genau studiert hat, erzählt[1], dass die arktische Flora auf Spitzbergen die offene Meeresküste flieht und am reichsten an den inneren Enden der Fjorden sich entfaltet. Hieraus erhellt, dass derselben ein kontinentaler Charakter zukommt und dass dieselbe kaum auf Treibeis eingewandert sein kann, denn solchenfalls würde sie am reichsten sein in der Nähe des Meeres an den dem Treibeis am meisten ausgesetzten Küsten. Nathorst nimmt demgemäss auch an, dass diese Flora über ein gesunkenes Land eingewandert ist. Und

[1] Studien über die Flora Spitzbergens (Engler's Jahrb. IV, 4. p. 441).

für die Thatsache, dass *Dryas* und einige andere arktische Pflanzen auf den Faröern wachsen, hat Drude[1] eine vorzügliche Erklärung geliefert. Hätten diese Pflanzen, sagt er, mit zahlreichen Einwanderern zu kämpfen gehabt, so würden sie kaum sich erhalten haben. Auf dieser Inselgruppe war aber die Konkurrenz geringer.

Von anderen Widersprüchen, deren Hr. K. sich schuldig macht, will ich nur noch folgenden nennen. p. 484 heisst es, dass die sechs Elemente, in welche ich die norwegischen Pflanzen geteilt habe, »gesucht und gekünstelt« sind; p. 486 heisst es dagegen: »das Bild beweist aber, dass Blytt mit Recht sechs Formationen unterscheidet,« und p. 491: »Vergleichen wir sie (es ist immer noch von jenen Elementen die Rede) mit der Karte der klimatischen Bezirke, so überrascht uns die wunderbare Übereinstimmung.«

Obwohl Hr. K. wirklich grossen Fleiss angewendet hat, und in der Benutzung der Litteratur nicht sparsam sich zeigt, will es mir doch bedünken, dass er meine Arbeiten, die er nun einmal zum Gegenstand seiner Kritik gewählt, etwas gründlicher hätte benutzen und dieselben mit etwas grösserem Verständnis hätte lesen können. Es wäre vielleicht auch nicht ganz unzweckmässig gewesen, wenn er meine norwegische Flora eines Blickes gewürdigt hätte, eine Arbeit in 3 Bänden, welche vor einigen Jahren ans Licht getreten ist. Aus letzterem Buche würde er nämlich ersehen haben, dass es keineswegs mit der Wahrheit übereinstimmt, wenn er behauptet, dass jene sechs Elemente von mir erfunden sind, um vorausgefasste Theorien zu beweisen. Er sagt nämlich p. 575: »Nirgends baut Blytt die Verbreitungsbezirke der einzelnen Arten, nicht einmal für Norwegen, auf. Die Flora Norwegens ist derart gedeutet, wie es die Theorie verlangt, und eine solche Flora ist ein testis suspectus.« Nachdem ich manches Jahr hindurch die verschiedenen Gegenden Norwegens durchwandert und mit grosser Mühe alle mir zugänglichen Notizen über die Verbreitung der norwegischen Pflanzen gesammelt hatte, wobei die verschiedenen Herbarien und alle mir erreichbaren gedruckten und ungedruckten Quellen zu Rate gezogen wurden — erst da bin ich, bei der Ordnung dieses grossen Materials, durch die Zusammenstellung der vielen Tausende von Fundorten ganz naturgemäss darauf geführt worden, meine sechs Floraelemente aufzustellen; und erst nach Vollendung dieser Arbeit habe ich angefangen über die so ermittelten Thatsachen nachzudenken und eine Theorie über dieselben aufzubauen.

In dieser Weise bin ich zu meinen Anschauungen gelangt, und es macht daher auch keinen grossen Eindruck auf mich, dass Hr. K. diese Elemente unnatürlich findet. Boreale und subboreale Arten sind in Norwegen durch eine verschiedenartige Ausbreitung von einander getrennt, und das Gleiche ist der Fall mit der atlantischen und subatlantischen Flora. Dass diese Gruppen sich ausserhalb Norwegens nicht in der Art auseinander halten lassen, hat mit ihrer Verbreitung in Norwegen nichts zu schaffen. Der grösste Teil der Arten, welche in meinen Listen in Engler's Jahrbüchern (Nachtrag) fehlen, gehört der subarktischen Flora an.

[1] Ausland 23. April 1883.

Hr. K. huldigt der alten Grisebachschen Ansicht, dass die Pflanzenwanderung der Gegenwart zur Erklärung der Pflanzenverbreitung ausreichend sei. Dies ist jedoch nichts weiter, als eine Behauptung, für welche weder G. noch K. einen Beweis geliefert haben. Dass die Pflanzen vom Klima der Gegenwart abhängig sind, beweist selbstverständlich keineswegs, wie Hr. K. zu meinen scheint, dass die wechselnden klimatischen Verhältnisse der Vorzeit auf die gegenwärtige Verbreitung keinen Einfluss gehabt haben; eine derartige Nachwirkung des früheren Klimas ist vielmehr fast die notwendige Folge aus dem erstgenannten Erfahrungssatze.

Im Gegensatz zu der Grisebachschen Behauptung hat bereits Forbes gelehrt, dass die Begebenheiten der Vorzeit sich in der Fauna und Flora der Gegenwart abspiegeln. Dieser Theorie huldigen auch die bedeutendsten neueren Pflanzengeographen. Darwin bekannte sich zu derselben; ebenso Hooker, Asa Gray, De Candolle, Engler, Drude, Kerner u. a.

Hr. K. glaubt, dass die atlantische Flora unserer Westküste durch Meeresströme eingewandert sei. Dies meint er beweisen zu können durch Hinweis auf die bekannten Fälle, wo Samen einiger tropischer Pflanzen an unserer Küste angespült worden sind. Hat Hr. K. aber untersucht, ob die Samen aller unserer atlantischen Flora angehörigen Arten auch wirklich im Wasser schwimmen, was doch die unerlässliche Bedingung dafür ist, dass sie durch Meeresströmungen transportiert werden können? In alten Muschelbänken an der Christianiafjorde finden sich zahlreiche Reste solcher Seetiere, welche jetzt nicht mehr dort leben, sondern nur in südwestlichen wärmeren Meeren. Auch die gleichzeitig gebildeten Torfmoore zeigen, dass die Küsteneiche *(Quercus sessiliflora)* damals weit häufiger war, als jetzt. Diese beiden Umstände beweisen, dass nach der Eiszeit eine Zeit eingetreten, in welcher das Klima milder war, als gegenwärtig. Es lässt sich deshalb auch dagegen kein Zweifel erheben, dass die atlantische Flora in jener Zeit ebenfalls eine grössere Ausbreitung gehabt hat und dass dieselbe an der Christianiafjorde hat leben können. In letzterer Gegend finden sich denn auch immer noch einzelne zerstreute Reste jener Flora, gewissermassen als lebende Fossilien, welche das Gedächtnis jener entschwundenen Zeiten bewahrt haben. Wir haben demnach gute Gründe für die Annahme einer Einwanderung dieser atlantischen Flora durch das südliche Schweden, wo noch immer der grösste Teil derselben sich vorfindet, und um die Christianiafjorde herum, und jene K'sche Hypothese von einer Einwanderung derselben durch Meeresströmungen erweist sich als durchaus überflüssig.

Dasselbe lässt sich von der durch Hr. K. verfochtenen Grisebachschen Anschauung in ihrer Gesamtheit sagen. Denn dass arktische Pflanzen einst viel häufiger gewesen sind, als in der Gegenwart, beweisen Nathorst's schöne Funde von arktischen Pflanzenresten an vielen Orten in Süd-Schweden und Dänemark. Dieselbe Thatsache wird für die borealen Pflanzen durch die Torfmoore erhärtet. In letzteren findet man nämlich borale Arten, wie *Corylus Avellana* und *Prunus avium* an vielen Stellen, sogar in den Küstengegenden, wo dieselben jetzt fehlen. Wir

wissen also, dass alle diese Artgruppen, welche jetzt nur als versprengte Kolonien vorkommen, einst weit häufiger gewesen sind. Wir finden dieselben fossil in den Gegenden, welche die Kolonien von einander trennen. Die Hypothese der Hrn. G. und K., nach welcher die Kräfte der Gegenwart ausreichen sollen, um den Samen von einer Kolonie zur andern zu tragen, ist demnach nicht allein überflüssig, sondern sogar unwahrscheinlich, und kann nur als eine lose Behauptung gelten, für welche nicht der geringste Beweis angeführt wird. Meine Anschauung dagegen, nach welcher die Lücken in der Verbreitung den Veränderungen der klimatischen Verhältnisse ihre Entstehung verdanken, während die Kolonien als Asyle oder überlebende Reste der Vergangenheit anzusehen sind, lässt sich durch gute und gewichtige Gründe stützen.

Hr. K. muss sich übrigens ziemlich sonderbare Vorstellungen über den Einfluss des Klimas auf die Ausbreitung der Pflanzen gebildet haben. Aus p. 491 seiner Kritik sehen wir, dass er sich überrascht fühlt durch »die wunderbare Übereinstimmung«, welche in der Gegenwart zwischen der Ausbreitung der Pflanzen und dem Klima der verschiedenen Gegenden stattfindet. Aus p. 584 erhellt dagegen, dass es nach seiner Meinung in alten Zeiten anders gewesen sein soll. Er sagt nämlich hier, dass nach der Eiszeit zuerst die Zwergweide und Zwergbirke eingewandert sind, danach die Espe und *Betula odorata*, dann die Kiefer, dann der Haselstrauch und endlich *Prunus avium* (an einem anderen Ort sagt er freilich, dass *Prunus avium* nicht wild wächst, sondern von Menschen eingeführt ist!) und schliesslich die Eiche, aber »dieser Wechsel ist nicht durch Veränderungen des Klimas, sondern aus ihrer Natur und aus dem Kampf ums Dasein zu erklären«. Um einen so eigentümlichen Ausspruch zu stützen, beruft er sich auf Wiesner und Cohn. Ich fürchte, die genannten Herren werden sich dafür bedanken, dass ihnen derartige Meinungen zugeschoben werden, und glaube vielmehr, dieselben werden mit mir darin einig sein, dass das Klima der Eiszeit strenger gewesen ist, als das der Gegenwart, dass die genannten Arten in der genannten Ordnung eingewandert sind, je nachdem das Klima milder wurde, und dass die Wandelungen des Klimas im Verein mit dem Kampf um das Dasein die dermalige Verbreitung bedingt haben.

Es würde zu weit führen, wollte ich den vielen absonderlichen Ansichten nachgehen, welche Hr. K. an andern Stellen zum besten gibt. Was will es z. B. sagen, wenn er p. 605 ausspricht: »Norwegen war während der Eiszeit ein Bildungsherd ersten Ranges für blütenlose Pflanzen«? Welches sind die endemischen Arten, welche damals bei uns sich bildeten? Ich würde Hrn. K. dankbar sein, wenn er mir eine Liste derselben zustellen wollte. p. 600 hält er sich darüber auf, dass die Arten einer und derselben Gattung oft zweien oder noch mehreren Floraelementen angehören, und behauptet, dass dies gegen meine Einwanderungstheorie spreche. Dieser Einwand ist mir durchaus unbegreiflich. Ebenso unfasslich ist mir die Äusserung auf p. 602: »Die jüngste Pflanzenschöpfung ist in Norwegen die älteste und die älteste die jüngste« und p. 598: »die arktisch-alpine Flora repräsentiert das nervöse Element in der Pflanzenwelt. Sie ist die modernste aller Schöpfungen.«

Hr. K. gebärdet sich die ganze Zeit, als ob die Theorie der wechselnden Klimate ausschliesslich auf die gegenwärtige Verbreitung der Pflanzen sich gründete. Die geologischen Gründe, welche für diese Anschauungen sprechen, übergeht er ganz mit Schweigen. Die Torfmoore fertigt er mit einer kühnen Bemerkung ab über den Dynastienwechsel im Walde, obwohl diese Dinge nichts miteinander zu schaffen haben; die Gründe aber, welche ich den Steenstrupschen und meinen eigenen Untersuchungen entnommen habe, erwähnt er gar nicht einmal, obwohl ich glauben möchte, dass dieselben recht gewichtig und nicht gerade leicht zu erschüttern sind. So viel räumt Hr. K. indessen ein, dass die Entstehung der Muschelbänke, der Terrassen und der Strandlinien sich nach der Theorie recht natürlich und gleichsam von selbst erklärt. Er tröstet sich jedoch damit, dass ich kein »berufener Geologe« bin, und findet es nicht der Mühe wert, meine Ansichten zu prüfen. Soll ich meine Ansicht über Hrn. K's Kritik in wenige Worte zusammenfassen, so sehe ich mich genötigt auszusprechen, dass Hr. K. trotz alles Fleisses seinen Beruf zum Kritiker nicht gerade in hervorragender Weise bewährt, jedenfalls nicht durch Gerechtigkeit und Billigkeit gegen den, dessen Arbeiten er zum Gegenstand eines Angriffs gewählt hat. Von meiner Theorie hat er nur ein Zerrbild gegeben und zwischen den Linien das gerade Gegenteil von dem herausgelesen, was mit klaren und deutlichen Worten auf denselben steht. Endlich hat er eine ganze Menge gar nicht zur Sache gehöriger Dinge miteingemischt. So finden wir z. B. Bemerkungen über die Ausdehnung des Kartoffelbaus und die Einführung dieser Frucht, über den Bergwerkbetrieb Norwegens und den Ausfuhrwert der verschiedenen Fischarten, nicht einmal der altnorwegische Aberglaube ist vergessen; auch fehlt es nicht an Anführungen von Björnson und andern Dichtern, ja sogar kurze Biographien einzelner dieser Männer haben neben so vielem andern Aufnahme gefunden. Dabei hat er durchaus keinen klaren Blick für den Unterschied zwischen wesentlichem und unwesentlichem. Denn während er annimmt, dass die klimatischen Wechsel der Vorzeit, ja sogar die Eiszeit nicht mit in betracht gezogen werden dürfen, wenn man die Pflanzenverbreitung unserer Tage erklären will, macht er mir Vorwürfe darüber, dass ich beim Aufbau meiner Theorie über die Einwanderung der norwegischen Flora unter dem Wechsel der geologischen Perioden gar wichtige pflanzengeographische Faktoren ganz übersehen habe, z. B. »einzelne Männer« wie Schübeler und Glörsen, Kinder, die mit den Ähren des Wegerichs sich bekämpfen, ja sogar »entzweite Eheleute«, welche die Knollen von *Orchis* ins Bett legen, um zur Versöhnung zu gelangen. Ich schmeichle mir jedoch noch mit der Hoffnung, dass die ehelichen Zwistigkeiten in meinem Vaterlande nicht eine derartige Ausbreitung erlangt haben, dass man denselben eine geologische Bedeutung beilegen müsste.

Ehe ich die Feder niederlege, will ich in flüchtigen Zügen einen Überblick über die Thatsachen geben, auf welche meine Theorie sich gründet, und anzudeuten versuchen, was die wahrscheinliche Ursache jener klimatischen Wandelungen sein dürfte. Da dies jedoch nur in grösster Kürze

geschehen kann, muss ich diejenigen, welche sich genauer mit meinen Ansichten bekannt machen möchten, auf die besonderen Abhandlungen verweisen, in welchen ich die Gründe, auf denen meine Anschauungen ruhen, ausführlicher entwickelt habe.

Das milde Klima der Polarlande in der Vorzeit, das Eintreten der Eiszeit und ähnliche grosse Veränderungen des Klimas liegen ausserhalb des Bereichs der Thatsachen, mit deren Erklärung sich die Theorie befasst. Dieselbe behauptet aber folgendes:

1. Zu allen Zeiten ist das Klima periodischen Schwankungen unterworfen gewesen, und die Dauer dieser Perioden rechnet nach Jahrtausenden.

2. Die Änderungen, von welchen hier die Rede ist, hatten keinen besonders grossen Umfang; sie waren keine tiefgreifenden, vollzogen sich aber innerhalb grösserer klimatischer Provinzen in derselben Richtung, und sind demgemäss auch auf Ursachen von allgemeiner Wirkung zurückzuführen.

3. Nach den Indizien, welche die Periode in den Torfmooren und an andern Orten hinterlassen hat, ist man zu der Annahme berechtigt, dass dieselbe nach Verlauf einer bestimmten Zeit einigermassen regelmässig zurückkehrt. Die Theorie setzt dagegen nicht voraus, dass die klimatischen Änderungen auf der ganzen nördlichen (oder südlichen) Halbkugel gleichzeitig die gleiche Richtung eingehalten haben.

Dieselbe stützt sich auf eine ganze Reihe von einander unabhängiger Beobachtungen und Thatsachen, welche alle leicht und natürlich aus derselben sich erklären lassen.

Diese Thatsachen sind folgende:

1. Die Lücken in der Verbreitung sowohl der kontinentalen als der insularen Pflanzen. Jene Lücken sind so gross, dass dieselben sich kaum anders, als durch klimatische Änderungen erklären lassen, und die Erklärung wird, wie oben erwähnt, durch fossile Pflanzen und Tierarten bestätigt[1].

2. Der Mangel endemischer Arten in Norwegen. Wenn unsere Flora, wie die Flora der ozeanischen Inseln, durch zufällige Transporte einzelner Samenkörner aus fernen Gegenden von Zeit zu Zeit eingewandert wäre, so würden wir erwarten müssen, viele endemische Arten in Norwegen anzutreffen, wie dies auf solchen ozeanischen Inseln der Fall ist. Die Einwanderung der norwegischen Flora scheint dagegen langsam sich vollzogen zu haben; die Arten sind gruppenweis gewandert, den Wandelungen des Klimas folgend, und immer in so grossen Mengen von Individuen, dass die Kreuzung das Entstehen neuer Arten hinderte.

3. Die von der Eiszeit hinterlassenen Moränen des südlichen Norwegens ordnen sich (nach Kjerulf's Karten) in hinter einander gelegenen Reihen. Diese Moränenreihen erstrecken sich über grosse Teile des Landes und bezeichnen die Oszillationen im Rückzug des Eises. Diese

[1] cf. Essay on the Immigration of the Norwegian Flora during alternating rainy and dry Periods. Christ. 1876. Engler's Jahrbücher II, 1—2: Die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate.

Oszillationen lassen sich allein durch allgemeine periodische Änderungen des Klimas erklären.

4. Die ältesten norwegischen Torfmoore sind aufgebaut aus vier Torfschichten mit drei eingelagerten Schichten von Stammresten und Wurzeln. Ebendieselben wechselnden Schichten (auch in gleicher Anzahl) findet man sowohl in Schweden, als in Dänemark. Ihr Auftreten ist dasjenige von geologischen Etagen die durch bestimmte Fossilien charakterisiert werden. Die Moore des südöstlichen Norwegens sind in unsern Tagen trockner, als sie in der nächsten Vorzeit gewesen sind, und da dies eine durchgehende Regel ist, lassen die Wechsel von Torf und Waldresten sich nicht durch lokale Änderungen der Feuchtigkeit erklären, denn wären lokale Ursachen hier bestimmend, so müssten ja doch auch manche Torfmoore jetzt sich feuchter zeigen, als früher. Die Bohrungen zeigen aber, dass dies nicht der Fall ist[1].

5. Während des »Aufsteigens« des Landes bildeten sich an der Küste Muschelbänke, an den Flussmündungen Terrassen aus losem Material und im Innern der Fjorde im festen Fels ausgehöhlte Strandlinien. Diese Andeutungen älterer Meeresniveaus treten in Stufen auf, die man durch die Annahme von »Pausen« im Aufsteigen hat erklären wollen. Jene Stufen liegen aber selbst in benachbarten Gegenden in verschiedener Höhe und keine Erklärung dürfte besser alle Schwierigkeiten lösen, als die Theorie der klimatischen Wandelungen. Während des Aufsteigens waren die Verhältnisse der Bildung von Terrassen, Muschelbänken und Strandlinien bald günstig, bald ungünstig. Das Transportvermögen der Flüsse variierte, darum bilden die Terrassen eine Stufenreihe. Die Strandlinien können nicht durch die Brandung der Meereswellen gebildet sein, denn dieselben fehlen draussen am offenen Meer; ihre Entstehung während der stetigen Hebung des Landes haben wir vielmehr darauf zurückzuführen, dass die Kälte in den strengeren Wintern der kontinentalen Perioden stark genug war, um unter dem wechselnden Spiel von Ebbe und Flut durch das Sprengvermögen des Frostes hie und da im Innern der Fjorden eine Strandlinie in den Uferklippen auszuhöhlen. In solchen strengen Wintern bildete sich ebenfalls im Innern der Fjorden Eis, so dass die Muschelbänke während des Aufsteigens zerstört wurden[2].

6. Durch alle geologischen Formationen hindurch läuft die Erscheinung der Wechsellagerung von verschiedenen Sedimenten. Die Schichten sind zum grössten Teil in der Nähe des Landes abgelagert, so dass Änderungen in der Regenmenge und der von dieser abhängigen Grösse und Transportvermögen der Flüsse sich in der Beschaffenheit derselben muss abspiegeln können. Der rasche Wechsel der Fossilien in einer zusammenhängenden Schichtenreihe von nur geringer Mächtigkeit beweist, dass dünne Schichten lange Zeiten repräsentieren. Auf einen durch eine bestimmte geologische Fauna oder Flora charakterisierten Horizont fallen in der Regel nur wenig Wechsellagerungen, ja jede Schicht hat häufig ihre eigenartigen Fossilien. Ich sehe deshalb in dieser Wechsel-

[1] s. Engler's Jahrbücher l. c. und Christ. Vidensk. Selsk. Forh. 1882, n. 6, wo die Detailuntersuchungen mitgeteilt werden.

[2] cf. Engler's Jahrbücher l. c.

lagerung eine Stütze für meine Theorie der wechselnden klimatischen Perioden[1].

Dies ist doch in der That eine ganz hübsche Reihe von Thatsachen, welche die Theorie unter einen gemeinschaftlichen Gesichtspunkt zusammenfasst, und ich muss gestehen, dass ich darum auch eine mildere Beurteilung dieser Ansichten erwartet hätte.

Schliesslich will ich noch einen kurzen Auszug aus einer Abhandlung geben, in welcher ich die wahrscheinliche Ursache der periodischen Änderungen in der Stärke der Meeresströmungen darzulegen versucht habe. Diese Abhandlung ist bisher nur norwegisch erschienen[2].

In derselben suche ich zuerst darzuthun, dass es nicht der Voraussetzung grosser Änderungen bedarf, um den Thatsachen, auf welche die Theorie gebaut ist, gerecht zu werden. Danach gehe ich dazu über, den natürlichen Grund dieser Perioden aufzusuchen.

Die winterliche Abkühlung verursacht hohen Luftdruck über den Festlanden. Prof. Mohn hat gezeigt, dass dieser hohe Luftdruck den wesentlichsten Grund abgibt für die Andauer des niedrigen Luftdrucks über den weniger abgekühlten Meeren. In den höheren Schichten der Atmosphäre strömt nun (wie Hildebrandtson dies aus der Bewegung der Cirruswölkchen nachgewiesen hat) die Luft nach den abgekühlten Gegenden hin, um den durch den niedersteigenden Luftstrom entstehenden Verlust auszugleichen, und diese Luft kommt von den wärmeren Meeren her. Über den Meeren bilden sich demgemäss im Winter aufsteigende Luftströme.

Der niedrige Luftdruck bei Island hält sich (wahrscheinlich infolge des Binnenlandeises und der Gletscher in Grönland und Island) auch den Sommer über, wenn gleich minder ausgeprägt, als während des Winters. Nach dem Buys-Ballotschen Gesetze bedingt dieser niedrige Luftdruck das Vorherrschen südwestlicher Winde im nordatlantischen Meere und im westlichen Europa die ganze Dauer des Jahres hindurch. Die Winde sind nun aber, wie Croll und Zöppritz nachgewiesen haben, die eigentliche Triebkraft der Meeresströmungen. Der Hauptstrom folgt der Richtung des herrschenden Windes, und seine Stärke und Geschwindigkeit ist abhängig von der mittleren Geschwindigkeit der Oberfläche im letzten grossen Zeitabschnitt. Der warme nordatlantische Strom fliesst demgemäss in derselben Richtung, wie die herrschenden Südwestwinde, denen er seine Entstehung verdankt. Da dieser warme Meeresstrom ja aber als die Hauptursache für das milde Klima Westeuropas anerkannt wird, haben wir unzweifelhaft Recht es auszusprechen, dass die Abkühlung der grossen Kontinente eigentlich die Ursache ist, der wir unsere milden Winter verdanken.

Wie bekannt rücken nun aber die Nachtgleichenpunkte stetig vor in der Art, dass dieselben in ungefähr 21 000 Jahren einen vollen Um-

[1] cf. Über Wechsellagerung und deren mutmassliche Bedeutung für die Zeitrechnung der Geologie und für die Lehre von der Veränderung der Arten, im Biologischen Centralblatt. 1883.

[2] Dieselbe wird aber demnächst im Biologischen Centralblatt veröffentlicht werden.

lauf beschreiben, und damit hängt eine Schwankung in der Dauer von Winter und Sommer auf jeder Halbkugel zusammen. In der einen Halbperiode von 10 500 Jahren ist der Winter bei uns kürzer als der Sommer (wie dies gegenwärtig der Fall), in der anderen Halbperiode ist er länger. Dieser Unterschied wächst mit der Zunahme der Erdbahnexzentrizität. In der gegenwärtigen Halbperiode beträgt der durchschnittliche Überschuss an Sommertagen auf der nördlichen Halbkugel ungefähr 5, so dass in den gesamten 10 500 Jahren ungefähr 50 000 Tage mehr auf den Sommer, als auf den Winter fallen. Bei der grössten Exzentrizität steigt die jährliche Mitteldifferenz bis über 20 Tage, und die Anzahl der überschiessenden Tage in jeder Halbperiode bis auf beinahe 220 000 Tage (oder ungefähr 600 Jahre).

Die Kräfte, welche die warmen Meeresströmungen in den mittelwarmen Meeresgebieten befördern, wirken im Winter am stärksten. Die mittlere Stärke der herrschenden Südwestwinde im nordatlantischen Ozean ist (nach noch nicht veröffentlichten, von Prof. Mohn ausgearbeiteten Karten über die Lage der Isobaren dieses Meeresteils in den verschiedenen Monaten) im Winter dreimal so gross als im Sommer. Auch auf der südlichen Halbkugel sind die Winde, welche das warme Wasser dem Pole zuführen (Nordwestwinde), im Winter am stärksten. In solcher Weise begünstigt der Winter diese Ströme und zwar sowohl, wenn er mit der Sonnennähe, als wenn er mit der Sonnenferne zusammentrifft.

Da nun die Länge des Winters und Sommers im Lauf von 10 500 Jahren schwanken, da ferner die Windstärke im Winter viel grösser ist, als im Sommer, und da endlich die Stärke der Meeresströmungen von der mittleren Windstärke im letzten grossen Zeitabschnitt abhängig ist, so kann es doch wohl nicht gleichgültig sein, ob jene Tausende von Tagen während einer 10 500jährigen Halbperiode als Überschuss auf den Winter oder auf den Sommer fallen. Es spricht alles dafür, dass die warmen Meeresströme zunehmen werden, wenn der Winter in die Sonnenferne fällt, und dass demgemäss das norwegische Klima in der Gegenwart etwas strenger und trockener sein muss, als es in dem letztverlaufenen grösseren Zeitraum gewesen ist. Dies stimmt durchaus mit der Annahme der Theorie[1].

In Gegenden mit andern Windverhältnissen, z. B. in Ostasien, Nord-Amerika u. s. w., wo während des Winters nordwestliche Winde und während des Sommers südöstliche und südwestliche Winde herrschen, werden die Winter in Sonnenferne die Mittelstärke der Nordwestwinde für die Halbperiode anwachsen lassen. Die klimatischen Schwankungen werden demgemäss wahrscheinlich dort gerade die entgegengesetzte Richtung annehmen, als bei uns, wo die Südwestwinde das ganze Jahr hindurch das Übergewicht haben. Jedenfalls ist es einleuchtend, dass die periodischen Änderungen nicht überall auf derselben Halbkugel gleichzeitig dieselbe Richtung innehalten werden.

[1] Croll gelangt zum entgegengesetzten Resultat. Seine Betrachtungen leiden jedoch nach meiner Meinung an wesentlichen Missverständnissen.

Berechnet man, mit Benutzung der meteorologischen Werte der Gegenwart, den Einfluss der verschiedenen Dauer der Jahreszeiten in den beiden Halbperioden, so kommt man zu dem Resultat, dass die Triebkraft desselben Meeresstromes während des Jahres sich um ein bis mehrere Prozent vergrössern wird, wenn der Winter in die Sonnenferne fällt.

Könnte man bei der Berechnung auch den verschiedenen Abstand der Sonne mit in betracht ziehen, so würde der Unterschied wahrscheinlich noch grösser ausfallen, denn die Kontinente werden im Winter stärker abgekühlt und im Sommer stärker erwärmt, als die Meere. Die Triebkraft für die Bewegung der Luft wird daher in beiden Jahreszeiten hauptsächlich von den Kontinenten geliefert, während die Meere eine mehr passive Rolle spielen. Wie ich in meiner Abhandlung nachzuweisen suche, muss dieser Umstand wahrscheinlich die Wirkung haben, dass die Verschiebung der Nachtgleichenlinie eine periodische Änderung des Klimas veranlasst, die gross genug ist, um die ganze Reihe von Thatsachen zu erklären, auf welche meine Theorie der wechselnden Klimate bezug nimmt.

Die Schwere oder das Wirksamwerden der potentiellen Energie.

Von

Baron **N. Dellingshausen.**

Einleitung.

Als Ursache der Schwere wird gegenwärtig noch eine unvermittelt in die Ferne, sogar durch den leeren Raum wirkende Anziehungskraft vorausgesetzt. Da es jedoch in keiner Weise gelingen will, sich eine Vorstellung von einer derartigen Kraft zu bilden, so haben sich viele Naturforscher veranlasst gesehen, die Erklärung der Schwere auf einem anderen Wege zu versuchen. Selbst Newton, obgleich der Begründer der Attraktionslehre, glaubte eine Zeitlang die Ursache der Gravitation in dem Weltäther entdecken zu können. Dasselbe Ziel verfolgten auch Huyghens, Lesage und Euler. Die Thätigkeit in dieser Beziehung ist aber erst in neuerer Zeit besonders rege geworden. In der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts allein finden wir eine Reihe namhafter Naturforscher, die sich mit dem vorliegenden Gegenstande beschäftigt haben. Spiller, Fritsch, Schramm, Secchi, Zöllner, Thomson, Tait, Preston, Isenkrahe, Anderssohn u. m. a. haben das Widersinnige einer unvermittelten Anziehungskraft anerkannt und neue Gravitationstheorien aufgestellt. Leider sind aber alle Versuche, einen Ersatz für die Anziehungskraft zu finden, erfolglos geblieben; ihre grosse Zahl beweist nur, wie lebhaft das Bedürfnis nach einer Erklärung der Schwere empfunden wird.

Die Erfolglosigkeit der neueren Gravitationstheorien — die in meinem letzten Werke »Das Rätsel der Gravitation« entwickelte Theorie nicht ausgenommen — lässt sich bei allen auf einen und denselben Grund zurückführen. Die ebengenannten Naturforscher und ich ebensogut, wie alle übrigen, wir haben uns zwar eifrig bemüht, eine mechanische Erklärung für die unter dem Einflusse der Schwere vor sich gehenden Bewegungen zu finden. Dennoch ist die Frage nach dem Ursprunge der lebendigen Kraft bei den fallenden Körpern oder nach der Arbeitsfähigkeit der ponderabelen Körper bisher unerledigt geblieben. — Erst in der letzten Zeit ist mir die Lösung dieses bei den Erscheinungen der Schwere unvermeidlichen Problems geglückt.

Wenn wir nämlich die gegenwärtige Entwickelung der Wissenschaft betrachten, wenn wir uns insbesondere mit den Grundsätzen der mechanischen Wärmetheorie genauer bekannt machen, so stellt sich heraus, dass sämtliche in der Natur vor sich gehenden Veränderungen sich als Übertragungen der Energie oder als Umwandlungen derselben aus einer Form in eine andere darstellen lassen. Dieser Satz gilt bei allen Naturerscheinungen. Die lebendige Kraft, welche ein stossender Körper verliert, findet sich als lebendige Kraft oder als Wärme in dem gestossenen Körper wieder. Durch Arbeit können wir Wärme gewinnen und durch Wärme wieder Arbeit leisten; durch Arbeit bringen wir Elektrizität hervor und die Elektrizität können wir in Licht, Wärme und Bewegung umwandeln; die Wärme, welche bei dem Verdampfen der Flüssigkeiten verschwindet, tritt bei der Kondensation der Dämpfe wieder auf; die bei der chemischen Vereinigung der Körper freiwerdende Wärme muss wieder angewendet werden, um die Bestandteile der Verbindung von einander zu trennen. So ist es in allen Fällen; stets sehen wir das Gesetz der Unvergänglichkeit der Energie und der äquivalenten Verwandlungen durchgeführt und überall dort, wo es uns gelingt, die Geltung dieses Gesetzes zu erkennen, beruhigt sich vorläufig unser Erkenntnisbedürfnis durch den Nachweis der Quelle, aus welcher die Energie der Erscheinungen stammt. Dasselbe gilt auch von den Erscheinungen der Schwere, ein Umstand, welcher in allen modernen Gravitationstheorien nicht hinreichend berücksichtigt worden ist. Man hat sehr viel vom Ätherdruck, von dem Stosse der Ätheratome, ja sogar von Ätherspiralen geredet, dabei aber unterlassen, das Gesetz von der Äquivalenz der Verwandlungen in Anwendung zu bringen. Die lebendige Kraft ist aber ein Teil der in der Welt vorhandenen Energie, die weder entstehen noch vergehen kann; kommt die Energie als lebendige Kraft an den fallenden Körpern zum Vorschein, so muss sie irgendwo anders in äquivalenter Menge verschwinden. Es genügt daher nicht, nur nach einer Erklärung der unter dem Einflusse der Schwere stattfindenden Bewegungen zu suchen, denn ebenso mannigfaltig, wie die Veranlassungen zu einer Bewegung, können auch die darüber aufgestellten Hypothesen sein, ohne dass die eine einen höheren Wert hätte als die andere, — sondern die gestellte Aufgabe besteht vielmehr darin, einen Arbeitsvorrat zu entdecken, der an Energie ebensoviel verliert, als die fallenden Körper an lebendiger Kraft gewinnen.

Dass es den modernen Ätherstosstheorien nicht gelingen kann, einen solchen Arbeitsvorrat nachzuweisen, ist leicht einzusehen. Nach diesen Theorien wird die Ursache der Schwere ausserhalb der Körper in dem Stosse der Ätheratome gesucht; die lebendige Kraft der fallenden Körper kann daher auch nur aus der Energie der Ätheratome herstammen. Berechnen wir aber: einerseits die Energie, welche die Ätheratome in einer bestimmten Zeit einem fallenden Körper abgeben können, anderseits: die lebendige Kraft, welche der Körper während derselben Zeit erlangt, so erhalten wir ganz verschiedene Werte. Es ist jedenfalls klar und deutlich und jeder Begründer einer Ätherstosstheorie wird es selbst zugeben müssen, dass das eine Ätheratom nicht mehr Energie

abgeben kann, als das andere — die später eintreffenden Ätheratome wegen der bereits vorhandenen Geschwindigkeit des fallenden Körpers eher weniger als mehr. Deshalb können auch die Ätheratome wegen ihrer gleichmässigen Aufeinanderfolge in gleichen Zeitabschnitten nur gleiche Mengen von Energie auf einen fallenden Körper übertragen.

Die lebendige Kraft eines fallenden Körpers ist aber bekanntlich dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional und daher bei einer gleichförmig beschleunigten Bewegung auch proportional dem Quadrate der seit Beginn der Bewegung verflossenen Zeit; sie kann daher nicht aus der Energie der Ätheratome herstammen, weil das Quadrat der Zeit nicht gleich ihrer ersten Potenz sein kann. Wo kommt dann die lebendige Kraft der fallenden Körper her? Da die Ätherstosstheorien keine andere Quelle der Energie kennen, als die Bewegung der Ätheratome, so müsste die lebendige Kraft der fallenden Körper wenigstens teilweise aus nichts entstehen, ein Resultat, welches wohl genügt, um alle diese modernen Erklärungsversuche der Schwere zu widerlegen.

Derselbe Widerspruch muss sich übrigens bei jeder Theorie wiederfinden, welche wie z. B. auch »die Theorie des Massendruckes« von Anderssohn die Ursache der Schwere ausserhalb der Körper sucht. Die notwendigerweise als gleichmässig vorauszusetzende Einwirkung von aussen bedingt eine der Zeit proportionale Übertragung von Energie, während die lebendige Kraft der fallenden Körper dem Quadrate der Zeit proportional ist. Diese beiden Grössen können unter den gegebenen Bedingungen nicht äquivalent sein und daher auch nicht durch Übertragung oder Umwandlung in einander übergehen. Wir schliessen daraus: dass die wahre Ursache der Schwere oder die Quelle der lebendigen Kraft der fallenden Körper nur in diesen selbst enthalten sein kann.

In vieler Beziehung ist die alte Lehre der Attraktionisten allen modernen Gravitationstheorien vorzuziehen. Nach ihr ist die lebendige Kraft eines fallenden Körpers das Äquivalent der zu seinem Emporheben verbrauchten Arbeit und diese als latenter Arbeitsvorrat oder als potentielle Energie in dem gehobenen Körper angehäuft. Auf diese Weise ist das Prinzip von der Erhaltung der Energie vollkommen gewahrt, und wenn auch die Attraktionslehre an die Stelle einer wirklichen Erklärung der Schwere nur ein leeres und inhaltloses Wort »Anziehungskraft« zu setzen hat, so macht sie sich doch keiner Verstösse gegen die exakte Wissenschaft und die Mechanik schuldig. Allerdings ist der Ausdruck »potentielle Energie« für den Augenblick auch nur ein Wort, welches zwar einen latenten Arbeitsvorrat bedeutet, selbst aber noch einer Erklärung bedarf. Diese Erklärung kann die Attraktionslehre nicht geben, weil sie die Schwere, welche beim Heben eines Körpers zu überwinden ist und beim Niedersinken desselben Arbeit leistet, einer für uns völlig unbegreiflichen Anziehungskraft zuschreibt, deren Voraussetzung nicht geeignet ist, Aufschluss darüber zu erteilen, auf welche Weise ein Arbeitsvorrat in einem Körper angehäuft sein kann. Es fehlt

daher der Wissenschaft die Erkenntnis dessen, was man unter potentieller Energie zu verstehen hat.

Diese Lücke auszufüllen ist stets das Bestreben meiner wissenschaftlichen Arbeiten gewesen. Ich bin dadurch zu der Aufstellung einer kinetischen Naturlehre geführt worden, welche von der alleinigen Thatsache der Bewegung ausgehend ohne Voraussetzung von Kräften neben der kinetischen auch eine potentielle Energie in den Körpern anerkennt und sich daher in voller Übereinstimmung mit den bewährten Lehren der Mechanik befindet. Als Nachweis dieser Behauptung und als Vorbereitung zu der darauf folgenden Gravitationstheorie möchte ich die Grundsätze, auf welchen die kinetische Naturlehre aufgebaut ist, hier aus meinen früheren Werken, »Grundzüge einer Vibrationstheorie der Natur«, »die rationellen Formen der Chemie«, »das Rätsel der Gravitation«, in aller Kürze wiederholen.

I.

Die kinetische Naturlehre.

»Die einzige sichere Quelle unserer Erkenntnis ist die Erfahrung, die Beobachtung, das Experiment.« Dieser Satz der empirischen Naturforschung dient auch der kinetischen Naturlehre als Richtschnur, mit dem Unterschiede jedoch, dass, während erstere sich darauf beschränkt, die wahrgenommenen Thatsachen zu sammeln und zu ordnen, letztere es sich zur Aufgabe macht, die Bedeutung und den Zusammenhang der Erscheinungen zu erkennen. Die kinetische Naturlehre enthält sich dabei jeder Hypothese und entwickelt sich allein auf Grundlage der Thatsachen oder solcher Resultate der Wissenschaft, welche durch ihre Zuverlässigkeit den Wert einer Thatsache erlangt haben.

Die erste uns entgegentretende und alle übrigen umfassende Thatsache ist die Wahrnehmung einer Welterscheinung. Sie entsteht durch unsere sinnlichen Empfindungen, die jedoch als subjektive nicht erkennen lassen, auf welche Weise sie hervorgerufen werden. Erst durch die Wissenschaft werden wir in die Lage versetzt, die Kluft zwischen unseren Sinnen und den Objekten der Wahrnehmung, den Körpern, zu überbrücken und zu erkennen, dass alle unsere Empfindungen nur Wirkungen von Bewegungen sind.

In der That, untersuchen wir in dieser Beziehung unsere fünf Sinne, so belehrt uns die Wissenschaft, dass das Sehen und Hören durch periodische Bewegungen hervorgerufen werden, welche durch ihre Einwirkungen auf unser Auge und unser Ohr als Licht und Schall erscheinen. Das Tasten ist ein Druck, den wir ausüben, oder ein Widerstand, den wir empfinden, d. h. zwei Bewegungen, die sich gegenseitig aufheben. Die Empfindung von Wärme und Kälte ist nur eine Zufuhr oder Ableitung von Wärmevibrationen an der Oberfläche unseres Körpers. Das Schmecken und Riechen sind Empfindungen, welche bei direkter Berührung der entsprechenden Sinne mit gewissen Stoffen oder ihren Emanationen entstehen und auch sie werden unzweifelhaft durch Bewegungen bewirkt. Mit einem Worte, wir erhalten durch

unsere Empfindungen nur die Kenntnis von Bewegungen, deren Einwirkungen auf unsere Sinne auf einem für uns noch unbekannten Wege zu unserem Bewusstsein gelangen und uns dann das Bild einer Welterscheinung vorspiegeln.

Dabei ist vor allem zu berücksichtigen, dass die Wahrnehmung einer Welterscheinung nur durch die Verschiedenheit unserer Empfindungen zustande kommt. Bei völliger Unterschiedslosigkeit wäre jede Unterscheidung und somit auch jedes Erkennen von Gegenständen unmöglich. Schon Hegel sagt: »Im reinen Lichte sieht man nichts — ebensowenig als in der reinen Finsternis.« Die Welterscheinung ist daher nur eine Wahrnehmung von Verschiedenheiten. Indem wir aber die verschiedenen wahrgenommenen Gegenstände nebeneinander und die an denselben vorsichgehenden Veränderungen nacheinander erkennen, erhalten wir die Vorstellung des Raumes und der Zeit. Wir werden dadurch in die Lage versetzt, die auf uns einwirkenden Bewegungen, z. B. die Lichtwellen, auf ihrer Bahn rückwärts zu verfolgen, und gelangen so zu ihren Ausgangsorten — den Körpern. Indem wir die Entfernungen der Körper von einander messen, können wir ihre gegenseitige Lage, sowie den von ihnen eingenommenen Raum oder ihr Volumen bestimmen. Aus der Verschiedenheit unserer Empfindungen schliessen wir auf eine Verschiedenheit der auf uns einwirkenden Bewegungen, und aus der Verschiedenheit dieser auf die Verschiedenheit der Körper, von welchen sie ausgehen. Auf diese Weise wird die für uns nur subjektive Welterscheinung zu einer äusseren objektiven Welt.

Wir können jedoch an der Hand der Wissenschaft auch in das Innere der Körper, d. h. in den von ihnen eingenommenen Raum eindringen. Wenn schon die Ausstrahlung der Licht- und Wärmewellen zu der Ansicht geführt hat, dass derartige Bewegungen von ähnlichen Bewegungen in den Körpern ausgehen, so hat der durch die mechanische Wärmetheorie gelieferte Nachweis von der Äquivalenz von Wärme und Arbeit diese Voraussetzung zu einer unzweifelhaften Gewissheit erhoben und wir erkennen jetzt, auf die Wissenschaft gestützt, dass die Körper nicht bloss Wellen ausstrahlen, dass sie nicht allein die ausgedehnten Ausgangsorte von Bewegungen sind, sondern dass sie auch in ihrem Innern sich in einem beständigen Bewegungszustande befinden.

Die Veränderungen, welche in unseren sinnlichen Wahrnehmungen eintreten, beziehen wir auf Veränderungen, welche in den Körpern vor sich gehen, und bezeichnen sie dann vorzugsweise als Naturerscheinungen. Sie sind entweder bloss Veränderungen der relativen Lage der Körper, d. h. äussere Bewegungen derselben, oder sie treten an den Körpern selbst hervor. Alle diese Veränderungen lassen sich aber nach den Resultaten der neueren Wissenschaft als Umwandlungen oder Übertragungen der Bewegung darstellen, welche als Ortsveränderung, Schall, Licht, Wärme, Elektrizität, Magnetismus u. s. w. nur die Form wechselt, unter welcher sie in der Erscheinung auftritt. Mit einem Worte, alle Naturerscheinungen sind nur Veränderungen der Bewegungen, die durch ihr buntes und wechselvolles Spiel die uns umringende Welt hervorbringen.

Die Verschiedenheit der Einwirkungen, welche die Körper auf unsere Sinne und unter einander ausüben oder auch erleiden, bezeichnen wir als ihre Qualität, wobei jedoch nicht zu übersehen ist, dass diese qualitativen Verschiedenheiten immer nur in den äusseren Wirkungen auftreten, während ihnen in der That nur quantitative Verschiedenheiten der Bewegungen entsprechen. So ist das Licht nur für das sehende Auge da, ausser ihm gibt es nur Schwingungen von verschiedener Dauer und Amplitude, die qualitativ als Farbe, quantitativ als Intensität des Lichtes erscheinen; die Höhe und Tiefe der Töne empfindet nur das hörende Ohr, in Wirklichkeit entsprechen dem Schalle nur Luftwellen von verschiedener Länge; Wärme und Kälte sind nur subjektive Empfindungen, die durch stärkere und schwächere Schwingungen hervorgerufen werden. Überhaupt existiert die Welterscheinung nur für das wahrnehmende Subjekt, objektiv gibt es nur Bewegungen, die zwar quantitativ von einander verschieden sein können, aber an sich weder hell noch dunkel, weder warm noch kalt, weder süss noch sauer u. s. w. sind.

Alle unsere Wahrnehmungen, Erfahrungen und Beobachtungen führen uns somit zu der Anerkennung einer einzigen Thatsache — der Bewegung, welche uns aus allen Naturerscheinungen entgegentritt. Was ist aber das Bewegte in den Körpern? Weil wir nur die Wirkungen der Bewegungen auf unsere Sinne empfinden, bleibt das Bewegte selbst für unsere Wahrnehmung unerreichbar. Wenn wir ein solches dennoch anerkennen, so geschieht es nur deshalb, weil wir bei den äusseren Bewegungen der Körper stets einen bewegten Gegenstand erblicken und daraus schliessen, dass zu ihren inneren Bewegungen auch ein Bewegtes gehöre. Das Bewegte in den Körpern nennen wir Materie. Von dem aber, was die Materie an sich ist, wissen wir absolut nichts. Alle Spekulationen der Philosophen und alle Untersuchungen der Naturforscher sind in dieser Beziehung resultatlos geblieben und keinem ist es noch bis jetzt gelungen, das Wesen der Dinge zu erforschen. Deshalb sagt auch Kant: »Was die Dinge an sich sein mögen, weiss ich nicht und brauche es auch nicht zu wissen, weil mir doch niemals ein Ding anders, als in der Erscheinung vorkommen kann.«

Das Wesen der Materie ist aber nicht allein bis jetzt für uns verschlossen geblieben, sondern es lässt sich auch nachweisen, dass die Erkenntnis desselben überhaupt nicht möglich ist; auf empirischem Wege nicht, weil wir immer nur die Wirkungen der Bewegungen empfinden, nicht aber das Bewegte wahrnehmen, und ebensowenig auf spekulativem Wege, weil jeder Versuch, über die Erscheinungswelt hinauszugehen, zu unauflösbaren Widersprüchen führt.

Die Aufgabe, das Wesen der Materie oder das »Ding an sich« zu erkennen, schliesst die Forderung in sich, ein Etwas zu entdecken, das als Einheit allen Naturerscheinungen zu Grunde liege und keines der äusseren Merkmale an sich trage, wie sie an den einzelnen Objekten wahrgenommen werden; es soll ein Absolutes sein, das frei von allen anderweitigen Bestimmungen nur sich selbst allein voraussetze. Ein solches Etwas müsste aber, wegen seiner Bestimmungslosigkeit, zugleich unbegrenzt, unendlich, unentstanden, unvergänglich, unterschiedslos, unveränderlich u.s.w.,

schliesslich noch das an sich Unbewegte sein, da es erst durch die Bewegung zu einem Bewegten wird. Vergebens suchen wir aber nach einem Etwas, welches den gestellten Bedingungen entspräche. Alle obigen Bestimmungen sind rein negativ; sie gelten daher ebensogut für das absolute Nichts, wie für das absolute Etwas. Das Etwas wird durch sie nicht bestimmt und das Wesen der Materie nicht ermittelt. Indem wir nach einem realen Etwas suchen, das allen Körpern zu Grunde liegen soll, gelangen wir zu dem reinen Sein, zu einem Etwas, das mit dem Nichts identisch ist. Das ist ein Widerspruch, auf den man stets bei dem Forschen nach dem Wesen der Dinge trifft und der jede weitere Erkenntnis unmöglich macht. Auch die Bestimmungen der Ausdehnung und Dauer, welche wir als wesentliche Merkmale dem Etwas beizulegen pflegen, genügen nicht, um eine Unterscheidung zwischen dem Etwas und dem Nichts zu begründen, weil der leere Raum und die leere Zeit aus dem Nichts nicht ausgeschlossen sind. Die einzige Unterscheidung zwischen dem Etwas und dem Nichts beruht daher in unserer Vorstellung, indem wir dem Etwas einen Inhalt zuschreiben, bei dem Nichts aber davon abstrahieren. Dieser Inhalt selbst bleibt aber, als sich selbst widersprechend, für uns auf immer verschlossen. Das Wesen der Dinge erforschen zu wollen, ist daher ebenso ungereimt, wie die Versuche, den Stein der Weisen zu entdecken, die Quadratur des Kreises zu finden oder ein Perpetuum mobile zu konstruieren.

Zum Glück für uns bedürfen wir als Naturforscher der Kenntnis von dem Wesen der Materie nicht. Unsere Aufgabe besteht darin, die Einheit und den Zusammenhang der Erscheinungen zu erkennen, nicht aber über das »Ding an sich« zu spekulieren. Da alle Naturerscheinungen nur auf Bewegungen beruhen, so finden sie auch alle ihre Erklärung durch Bewegung und wir können daher nach dem Ausspruche Kirchhoff's uns darauf beschränken: »Die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen auf die einfachste und vollständigste Weise zu beschreiben.«

Die Materie ist somit für uns nur das allgemeine, allen Körpern zu Grunde liegende Substrat, welches wir zwar als das Bewegte voraussetzen können, über welches wir aber, ohne die Grenzen unserer Erkenntnis zu überschreiten, keine Bestimmungen treffen dürfen. Von der Materie darf nur das ausgesagt werden, was von ihr nicht gelten soll. Deshalb werden wir dieselbe auch nicht als aus Atomen oder Molekülen zusammengesetzt voraussetzen, denn das hiesse doch nur gleich von Anfang an willkürliche und unbegründete Hypothesen in die Naturlehre einführen, die ausserdem noch völlig zwecklos sind, da es der Atomistik trotz ihres dreitausendjährigen Bestehens noch nicht gelungen ist, irgend eine Naturerscheinung auf genügende Weise zu erklären, und man noch immer gezwungen ist, die gesuchten Ursachen zuerst in die Atome hineinzulegen. Im Gegensatz zu der Atomistik entsteht nun allerdings in der kinetischen Naturlehre die Vorstellung von einer kontinuierlichen Materie; doch ist diese Vorstellung keine positive Bestimmung, sondern nur eine Negation willkürlich gesetzter Grenzen. Die Kontinuität der Materie ist zu der Weiterentwickelung der kinetischen Naturlehre nicht erforderlich; sie ist nur eine erschwerende Bedingung, welche die Forderung

in sich enthält, keine Voraussetzung zuzulassen, die mit ihr im Widerspruche wäre. Ebensowenig werden wir aber auch die Materie als verschiedenartig, veränderlich, oder gar als ponderabel voraussetzen, denn solche Behauptungen wären positive Bestimmungen, zu welchen die kinetische Naturlehre sich nicht für berechtigt hält. Dagegen bezeichnet sie die Materie oder das allgemeine Substrat der Körper als unterschiedslos, unveränderlich und imponderabel, und zwar aus dem Grunde, weil die Verschiedenheit und Veränderlichkeit der Körper, sowie ihre Schwere, nicht vorausgesetzt werden dürfen, sondern erklärt werden sollen. Übrigens werden wir von nun an, ebenso wie die Materie bei allen Wechselwirkungen der Körper sich als vollständig teilnahmslos und indifferent erweist, sie auch völlig unberücksichtigt lassen und in der Thatsache der Bewegung allein nach der Ursache der Naturerscheinungen suchen.

Und in der That gewährt uns die Bewegung einen vollständigen Ersatz für die uns mangelnde Kenntnis von dem Wesen der Materie. Wie sie für den empirischen Naturforscher die erste und unzweifelhafteste Thatsache ist, so bietet sie auch dem Metaphysiker die Möglichkeit eines absoluten Anfangs für seine Spekulationen.

Raum und Zeit sind uns a priori als die notwendigen Bedingungen der Möglichkeit eines Seins gegeben.

Mit dem Raume und der Zeit erhalten wir zugleich ihr Verhältnis, die Geschwindigkeit, d. h. bestimmte Bewegung.

Die Bewegungen können aber verschieden sein. — Mit der Verschiedenheit tritt die Möglichkeit der Unterscheidung ein und aus der Unterscheidung geht die Wahrnehmung einer Welterscheinung hervor, die nichts anderes als die Gesamtheit aller Bewegungen ist.

Durch die Bewegung erhalten wir zugleich die Brücke, die den Philosophen von jeher zu dem Übergange von der Einheit zu der Vielheit fehlte. Als das Verhältnis von Raum und Zeit ist die Bewegung die Einheit, nach welcher unser Erkenntnisbedürfnis strebt; durch die Verschiedenheit und Veränderlichkeit ihrer Geschwindigkeit, Zusammensetzung, Richtung u. s. w. ist die Bewegung zugleich die Vielheit, welche uns in den Naturerscheinungen entgegentritt.

Auf diese Weise lässt sich aus den Einheiten des Raumes und der Zeit mit Hilfe der Bewegung auch ohne Kenntnis der Materie auf rein deduktivem Wege die Welterscheinung konstruieren und zugleich der Philosophie und der empirischen Naturwissenschaft genügen.

Zu einem deduktiven Aufbau der Welterscheinung wäre vor allem, weil alle Naturerscheinungen, welche an den Körpern beobachtet werden, durch Bewegungen bedingt sind, die Kenntnis ihrer Art und ihrer Form erforderlich. Die inneren Bewegungen lassen sich aber weder direkt beobachten, noch hypothetisch erraten und wir sind daher gezwungen, zuerst induktiv zu verfahren und, von den an den Körpern beobachteten Erscheinungen ausgehend, auf ihren inneren Bewegungszustand zu schliessen. — Ohne Mathematik lässt sich zwar in dieser Beziehung nur wenig leisten, doch auch das Wenige, was wir mit blossen Worten aussagen können, genügt, um sich eine Vorstellung von dem Zusammenhange

der verschiedenartigsten Naturerscheinungen zu bilden, da es sich dabei weniger um die Formen der Bewegung als vielmehr um die Umwandlung und Übertragung ihrer Energie handelt.

Aus den Erscheinungen des Lichtes und der strahlenden Wärme, welche sich als periodische, wellenförmige, von den Körpern ausgehende Bewegungen, erwiesen haben, können wir mit völliger Sicherheit schliessen, dass auch die inneren Bewegungen der Körper ähnliche periodische Bewegungen, d. h. Schwingungen sind, die ebenfalls durch Wellen weiter fortgepflanzt werden. Bei der Fortpflanzung der Wellen kann aber nach dem bekannten Huyghensschen Prinzipe jeder Punkt als der Ausgangspunkt besonderer elementarer Wellen betrachtet werden, die sich zu resultierenden Wellen vereinigen und sich dabei nach allen Seiten ausbreiten. Indem wir das Huyghenssche Prinzip auch für die inneren Bewegungen als gültig anerkennen, entsteht in der kinetischen Naturlehre die Vorstellung, dass im Inneren der Körper jeder Punkt, durch die von ihm ausgehenden Wellen, die Bewegungen aller übrigen Punkte beeinflusse, zugleich aber sich unter dem Einflusse der von den übrigen Punkten ausgehenden Bewegungen befinde, wodurch bei einer vollkommenen Gegenseitigkeit der Wechselwirkungen die Unvergänglichkeit der Bewegungen begründet wird. Die Bahn, welche jeder Punkt dabei beschreibt, ist notwendigerweise die Resultierende aller ihm in jedem Augenblicke durch Wellen mitgeteilten Bewegungen, wobei sich leicht erkennen lässt, dass diese Bahn bei einem relativ ruhenden Körper, d. h. auf ein mit ihm fest verbundenes Koordinatensystem bezogen, nur eine geschlossene Kurve sein kann, weil jeder Punkt nach einem Umschwunge genau wieder an seinen früheren Ort zurückkehren muss. Die inneren Bewegungen der ruhenden Körper sind demnach Rotationen, die auch innerhalb eines kontinuierlichen Mittels sich als die allein möglichen Bewegungen erweisen, aus den elementaren Schwingungen zusammengesetzt werden können oder, auf die Koordinatenebenen projiziert, sich in Schwingungen zerlegen lassen, deren Wirkungen wir als die Erscheinungen des Lichtes und der Wärme beobachten. Berücksichtigen wir jedoch, dass wir keinen Körper in absoluter Ruhe kennen, sondern dass jeder von ihnen schon wegen des Umschwunges der Weltkörper um einander an verschiedenen Bewegungen teilzunehmen hat, so stellt sich heraus, dass streng genommen in keinem Körper für die einzelnen Punkte geschlossene Bahnen angenommen werden dürfen. Es kommt nur darauf an, welches Koordinatensystem wir unseren Betrachtungen zu Grunde legen. Die Bahnen, welche in bezug auf ein mit den Körpern fest verbundenes Koordinatensystem geschlossen sind, werden stets in bezug auf ein in dem Raume feststehendes Koordinatensystem als offene Kurven erscheinen. Im letzteren Falle setzt sich die Bewegung jedes einzelnen Punktes zum mindesten aus zwei verschiedenen Bewegungen zusammen, nämlich nicht allein aus den inneren Rotationen des Körpers, welche in bezug auf diesen immer als geschlossen zu betrachten sind, sondern auch aus der translatorischen Bewegung, welche sich als die Ortsveränderung des Körpers im Raume äussert. Aus der Vereinigung der rotierenden und translatorischen Bewegungen eines Punktes resultieren aber, wie

leicht ersichtlich und wie solches bereits aus der Mechanik bekannt ist, schraubenförmige Kurven, welche uns somit die wahren Formen der Bahnen für die Bewegungen der Punkte im Raume darstellen.

Das Vorangehende genügt, um dem Leser eine Vorstellung von dem inneren Bewegungszustande der Körper zu geben. Jeder Punkt beschreibt seine eigene Bahn und niemals dürfen die Koordinaten zweier Punkte, auch wenn diese beliebig nahe aneinander liegen, für einen bestimmten Zeitmoment gleich werden. Die Punkte schliessen sich daher gegenseitig aus und begründen dadurch einen Zustand, den man bisher als die Undurchdringlichkeit der Materie bezeichnet hat, der aber allein auf der Harmonie der inneren Bewegungen beruht; keine Elastizität oder sonstigen Kräfte treiben im Inneren der Körper ihr geheimnisvolles Spiel, sondern jeder Punkt schiebt und wird geschoben und bewegt sich dorthin, wo ihm die übrigen Punkte durch ihre Bewegungen Platz dazu lassen; kein Beharrungsvermögen ist erforderlich, um diese Bewegungen aufrecht zu erhalten, sondern ihre ununterbrochene Fortdauer beruht auf der vollkommenen Gegenseitigkeit aller Wechselwirkungen, wodurch ein einzelner Punkt nicht plötzlich stille stehen kann, während alle übrigen Punkte ihre Bewegungen fortsetzen.

Die inneren Bewegungen der Körper sind die letzten mechanischen Ursachen, welche allen Naturerscheinungen zu Grunde liegen, zugleich die erste Thatsache, von welcher die Naturlehre auszugehen hat. Keine Erscheinung, von der geringsten Volumenänderung an bis zur Gravitation der Weltkörper darf als erklärt betrachtet werden, bevor sie nicht auf diese Bewegungen zurückgeführt ist; sie selbst aber bedürfen keiner weiteren Erklärung mehr, sondern können nur noch beschrieben werden, weil an den einzelnen Punkten überhaupt nichts mehr zu erklären übrig bleibt; durch ihre ununterbrochene Aufeinanderfolge sind die Bewegungen zugleich die Wirkung der vorangehenden und die Ursache der nachfolgenden Bewegungen und so von Ewigkeit zu Ewigkeit. Die inneren Bewegungen der Körper tragen daher ihre Ursache in sich selbst und es liegt keine Veranlassung vor, nach einer weiteren Erklärung zu suchen, wodurch unserem Kausalitätsbedürfnisse vollkommen genügt wird. Nach dem Vorhergehenden lassen sich die Grundlagen der kinetischen Naturlehre in folgender Weise kurz zusammenfassen.

Vor allem enthält sich die kinetische Naturlehre jeder Voraussetzung über das allgemeine Substrat oder das Bewegte in den Körpern und beschränkt sich darauf wegen der Bestimmungslosigkeit, in welcher sie die Materie lässt, diese als unbegrenzt (kontinuierlich), unterschiedslos, unveränderlich und imponderabel zu bezeichnen.

Die Erfahrungsthatsache der Bewegung ist demnach der einzige Ausgangspunkt der kinetischen Naturlehre. Indem sie die Bewegung jedes einzelnen Punktes als die Resultierende aller ihm in jedem Augenblicke von den übrigen Punkten mitgeteilten Bewegungen betrachtet, wird in ihr wegen der vollkommenen Gegenseitigkeit der Wechselwirkungen zwischen allen Punkten die Unvergänglichkeit der Bewegungen und ihrer Energie begründet.

Die Richtung, in welcher ein Punkt sich bewegt, wird durch die

auf ihn einwirkenden Wellen bestimmt. Weil aber diese in verschiedenen Momenten mit verschiedenen Phasen zusammentreffen, so ist die Bewegungsrichtung jedes Punktes mit der Zeit veränderlich, d. h. jeder Punkt erleidet unter dem Einflusse der ihn erreichenden Wellen gleichzeitig eine Drehung und eine Verschiebung oder er beschreibt eine schraubenförmige Linie, wie solches bereits aus der Mechanik bekannt ist und wir es auch induktiv aus den Erscheinungen abgeleitet haben.

Befindet sich ein Körper in einem stationären Zustande, d. h. ist er beständig gleichen Wirkungen von aussen ausgesetzt und übt er auch gleiche Wirkungen nach aussen aus, so ist die Energie seiner inneren Bewegungen konstant und ebenso bleibt die Form der schraubenförmigen Bahnen, auf welchen seine Punkte sich im Raume bewegen, unverändert.

Die obigen Sätze bilden die Grundlage der reinen kinetischen Naturlehre, sie sind hypothesenfrei, weil sie keine Voraussetzung über das Bewegte in den Körpern in sich enthalten und allein die gegebene Thatsache der Bewegung anerkennen. Trotz ihrer Einfachheit und ihrer Kürze sind sie dennoch genügend, um von ihnen aus zu einer Erklärung sämtlicher Naturerscheinungen zu gelangen. In der That, wenn wir die aus der Mechanik und aus den bekannten Wellenerscheinungen sich ergebenden Gesetze auf die inneren Bewegungen der Körper anwenden, so gelangen wir zu Schlussfolgerungen, welche in jeder Beziehung der Wirklichkeit entsprechen. So finden wir zunächst, dass die schraubenförmigen Bewegungen der Punkte im Raume sich in translatorische und rotierende Bewegungen zerlegen lassen; diesem entsprechend beobachten wir auch an den Körpern eine äussere Bewegung und gewisse spezifische Eigenschaften, durch welche sie sich von einander unterscheiden. Die äussere Bewegung eines Körpers ist nur eine Folge der translatorischen Komponente der Bewegung seiner Punkte, welche diese durch die gemeinsame Einwirkung der sie erreichenden Wellen erhalten, wobei es selbstverständlich ist, dass bei einem Körper, der sich in gerader Richtung bewegt, diese Komponente für alle Punkte gleich sein muss. Die spezifischen Eigenschaften der Körper werden dagegen durch ihre inneren Bewegungen bedingt, womit wir uns zunächst ausschliesslich beschäftigen wollen. Zu diesem Zweck setzen wir die Körper als ruhend voraus, d. h. wir beziehen ihre inneren Bewegungen auf ein mit ihnen selbst fest verbundenes Koordinatensystem. Die Bahnen der Punkte im Innern der Körper sind dann geschlossene Kurven, d. h. die inneren Bewegungen sind Rotationen, die, auf die Koordinatenachsen projiziert, sich in Schwingungen zerlegen lassen. Die Schwingungen werden durch Wellen weiter fortgepflanzt und dadurch nicht allein die Wechselwirkungen zwischen den Teilen eines Körpers, sondern auch zwischen den Körpern selbst vermittelt. Wenn aber nach dem Huyghensschen Prinzipe jeder Punkt bei der Fortpflanzung der Wellen als Ausgangspunkt besonderer elementarer, nach allen Richtungen fortschreitenden Wellen betrachtet werden kann, so müssen diese Wellen im Innern der Körper bei ihrer allseitigen Ausbreitung notwendigerweise auch in entgegengesetzter Richtung aufeinandertreffen. Die Folge eines solchen Zusammentreffens in entgegengesetzter Richtung von fortschreitenden Wellen, welche wir innerhalb

eines homogenen Körpers von gleicher Länge und gleicher Schwingungsdauer vorauszusetzen haben, ist aber bekanntlich ihre Umwandlung in stehende Wellen, ein Vorgang, den wir häufig an den Wasserwellen, den Luftwellen in den Orgelpfeifen und an den Chladnischen Klangfiguren zu beobachten Gelegenheit haben. Die einfache Anwendung der aus den bekannten Wellenerscheinungen ermittelten Gesetze auf die inneren Bewegungen der Körper führt uns somit zu der Vorstellung von stehenden Wellen, unter deren Einflusse jeder Punkt in den Körpern seine eigene Bahn zu durchlaufen hat, und gibt uns sofort durch die Unterscheidung der fortschreitenden und stehenden Wellen die möglichst einfache Erklärung für die Verschiedenheit der strahlenden und ruhenden Wärme, da die flüchtige Erscheinung der strahlenden Wärme in derselben Weise der Vergänglichkeit der fortschreitenden Wellen entspricht, wie die Beständigkeit der Temperatur eines Körpers der unveränderlichen Fortdauer der stehenden Wellen.

Stehende Schwingungen oder, wenn man sich dieselben zu resultierenden Bewegungen vereinigt denkt, stehende Rotationen sind somit der dauernde und stationäre Bewegungszustand, den wir im Innern der Körper vorauszusetzen haben; in diesem Bewegungszustande haben wir auch die Erklärung für die an den Körpern hervortretenden spezifischen Eigenschaften und Erscheinungen zu suchen. Zunächst erkennen wir, dass die Beständigkeit der Erscheinung, mit welcher die Körper in unserer Wahrnehmung auftreten und durch welche sie sich von einander unterscheiden, durch die unveränderliche Fortdauer und durch die Verschiedenheit ihrer inneren Bewegungen bedingt wird. Die Fläche, an welcher die einen Körper durchströmenden Wellen reflektiert werden und welche somit stehende Schwingungen von verschiedener Dauer oder Intensität von einander trennt, bezeichnen wir als die Grenzfläche oder Oberfläche der Körper. Eine solche Fläche ist in sich abgeschlossen, und der Teil des Raumes, der durch sie begrenzt wird, ist das Volumen eines Körpers.

Ein Körper bedeutet daher im Sinne der kinetischen Naturlehre einen zusammenhängenden Teil des Raumes oder des allgemeinen Substrates, der sich in einem vollkommen gleichen Bewegungszustande befindet und daher auch in sich als gleichartig erscheint. Die durch ihre Berührungsflächen von einander getrennten Körper besitzen dagegen verschiedene innere Bewegungen, weshalb sie sich auch durch ihre äussere Erscheinung und durch ihr Verhalten gegen andere Körper als verschieden erweisen. Diese Verschiedenheiten können aber zweierlei Art sein. Die Körper unterscheiden sich nämlich von einander nicht allein bei gleicher Temperatur, wie z. B. Wasserstoff und Sauerstoff, Kalium und Natrium u. s. w., durch ihre spezifischen Eigenschaften, sondern derselbe Körper erleidet auch durch Zufuhr von Wärme gewisse Veränderungen, durch welche er beim Wechsel der Temperatur von sich selbst verschieden wird. Um diese Verschiedenheit der Körper zu erklären, lässt die kinetische Naturlehre sich einfach durch die an den Erscheinungen des Lichtes und des Schalles gemachten Beobachtungen leiten. Aus diesen Beobachtungen geht aber hervor, dass die qualitativen Verschiedenheiten des Lichtes

und Schalles, d. h. die Farben des Lichtes sowie die Höhe und Tiefe der Töne auf einer verschiedenen Dauer der sie hervorbringenden Schwingungen beruhen, während die quantitativen Verschiedenheiten dieser Erscheinungen, d. h. die Stärke des Lichtes und Schalles durch die Intensität ihrer Schwingungen bestimmt werden. Indem wir mit vollem Rechte dasselbe Verhalten auch für die inneren Bewegungen der Körper voraussetzen, werden wir bei der Unterschiedslosigkeit und Unveränderlichkeit des allgemeinen Substrats dahin geführt, die qualitativen Verschiedenheiten, wie sie an den chemisch verschiedenen Körpern hervortreten, einer verschiedenen Umlaufsdauer der inneren Rotationen zuzuschreiben, die quantitative Verschiedenheit der Wärme dagegen, d. h. die Verschiedenheiten, welche sonst vollkommen gleiche Körper bei verschiedener Temperatur zeigen, oder vielmehr die Veränderungen, welche ein Körper bei der Erwärmung oder Erkaltung erleidet, durch die wechselnde Intensität der inneren Bewegungen zu erklären. — Von diesem rein kinetischen Standpunkte aus erklärt sich auch auf die einfachste Weise die Verschiedenheit der chemisch einfachen und zusammengesetzten Körper. Als einfache Körper können in der kinetischen Naturlehre nur solche anerkannt werden, in deren Innern Bewegungen von der einfachsten Form, d. h. nur von einer bestimmten Umlaufsdauer vor sich gehen. Durch die Vereinigung der einfachen inneren Bewegungen zweier Körper zu zusammengesetzten Bewegungen entstehen durch chemische Verbindung die zusammengesetzten Körper und die chemische Zerlegung der zusammengesetzten Körper in ihre Bestandteile ist daher auch nur eine Trennung ihrer inneren Bewegungen in einfachere Formen. Alle chemischen Prozesse sind demnach nur Bewegungserscheinungen und finden ihre Erklärung durch einfache Anwendung der mechanischen Gesetze auf die inneren Bewegungen der Körper.

Unter den Naturerscheinungen, welche wir am häufigsten zu beobachten Gelegenheit haben, sind diejenigen noch besonders hervorzuheben, welche mit Volumenänderungen der Körper verbunden sind. Da die genaue Betrachtung dieser Vorgänge bei den chemischen Prozessen und bei dem Übergange der Körper aus einem Aggregatzustande in einen andern uns zu weit führen würde, so wollen wir uns darauf beschränken, nur die einfacheren Erscheinungen dieser Art, wie sie durch Druck und Wärme hervorgebracht werden, näher zu untersuchen. Auch an ihnen kann die Bedeutung, welche in der kinetischen Naturlehre den Volumenänderungen beizulegen ist, erkannt werden.

In der atomistischen Theorie werden die Volumenänderungen der Körper einem Weiter- und Näherrücken der Atome zugeschrieben. Nach den Grundsätzen der kinetischen Naturlehre sind dagegen solche Vorstellungen völlig unzulässig; es ist vielmehr selbstverständlich, dass eine unterschiedslose und unveränderliche, den Weltraum kontinuierlich erfüllende Materie weder ausgedehnt noch zusammengedrückt werden kann. Die Volumenzunahme eines Körpers ist daher nicht eine Ausdehnung und die Volumenabnahme nicht eine Zusammendrückung der Materie, sondern nur eine Ausbreitung oder eine Beschränkung seiner inneren Bewegungen auf einen grösseren oder kleineren Raum. Bei diesen Vorgängen

bleibt die Materie selbst vollkommen unbeteiligt, da sie nur die Trägerin der Bewegungen ist, durch welche die Erscheinung eines Körpers hervorgebracht wird. Durch die Ausbreitung oder die Beschränkung der inneren Bewegungen auf einen grösseren oder kleineren Raum werden einem grösseren oder kleineren Teile des allgemeinen Substrats die Eigenschaften eines bestimmten Körpers erteilt und dadurch die Erscheinungen der Zunahme oder Abnahme seines Volumens bewirkt.

Es verhält sich damit in dieser Beziehung genau in derselben Weise, wie mit der äusseren Bewegung der Körper. Für die kinetische Naturlehre ist es nämlich vollkommen gleich, ob man eine Bewegung der Materie selbst oder nur eine wellenartige Fortpflanzung der inneren Bewegungen eines Körpers innerhalb eines unbeweglichen und unterschiedslosen Substrates annimmt. Überall dort, wohin diese Bewegungen verpflanzt werden, wird auch die Erscheinung eines bestimmten Körpers hervorgebracht. Der innere Vorgang ist dabei genau derselbe, wie bei der Fortpflanzung der Wellen überhaupt. Die Wasserwellen sind z. B. kein Fliessen des Wassers, sondern nur eine Fortpflanzung gewisser Bewegungen, welche den Wellen ihre Form erteilen. Dasselbe gilt auch für die äussere Bewegung der Körper; indem die inneren Bewegungen sich von Ort zu Ort weiter fortpflanzen, erteilen sie nacheinander verschiedenen Teilen der an sich ruhenden und unterschiedslosen Materie die spezifischen Eigenschaften eines bestimmten Körpers und bringen dadurch die Erscheinung seiner äusseren Bewegung hervor. — Die Annahme, dass die Materie selbst in Bewegung sein könne, widerspricht zwar nicht den Grundsätzen der kinetischen Naturlehre, jedoch nur unter der Bedingung, dass sie keine Veränderung erleide, dass dabei kein Widerstand zu überwinden sei. Letzteres ist aber nur bei der Bewegung eines Körpers innerhalb eines kohäsionslosen und widerstandslosen Mittels oder bei Bewegungen in geschlossenen Bahnen, wie bei den inneren Rotationen der Körper und bei dem Umschwunge der Weltkörper umeinander möglich. In allen diesen Fällen können die Teile des kontinuierlichen Substrats einfach auf einander folgen, ohne sich zu stören. In diesem Sinne haben wir auch die schraubenförmigen Bewegungen der Punkte eines Körpers im Raume angenommen. In allen Fällen dagegen, wo ein Widerstand zu überwinden und eine Arbeit zu leisten ist, kann die äussere Bewegung eines Körpers nur durch Mitteilung seiner inneren Bewegung an die zunächst vor ihm liegenden Teile des Substrats erfolgen, da eine Arbeitsleistung in der That nur eine Übertragung der Energie ist.

Bei der Ausdehnung eines Körpers muss aber stets, um den äusseren Druck zu überwinden, eine Arbeit geleistet werden. Wird ein Körper z. B. erwärmt, d. h. die Energie seiner inneren Bewegungen erhöht, so erlangen sie das Übergewicht über den äussern Druck. Die dabei geleistete Arbeit wird dazu verbraucht, die inneren Bewegungen der angrenzenden Körper zurückzudrängen und sie durch die inneren Bewegungen des wärmeren Körpers zu ersetzen. Dadurch aber, dass die zunächst liegenden Teile der Materie die inneren Bewegungen und somit auch die Eigenschaften des sich ausdehnenden Körpers annehmen, wird die Erscheinung seiner Volumenzunahme hervorgebracht.

Bei der Erkaltung tritt genau der entgegengesetzte Vorgang ein. Durch ihre abnehmende Energie sind die inneren Bewegungen eines Körpers nicht mehr im stande, dem äusseren Drucke das Gleichgewicht zu halten, sie werden durch seine Arbeit auf einen kleineren Raum zurückgedrängt und das Volumen des Körpers nimmt ab.

Auf dieselbe Weise verhält es sich bei allen Volumenänderungen der Körper, mögen sie durch Druck oder Wärme, durch chemische Prozesse oder bei Veränderung des Aggregatzustandes eintreten. Stets ist das Volumen eines Körpers der Raum, in dem die ihn qualifizierenden Bewegungen vor sich gehen.

Aus dem obigen geht hervor, dass die reine kinetische Naturlehre, obgleich sie nur eine Thatsache, die Bewegung, als ihren Ausgangspunkt anerkennt, dennoch im stande ist, die verschiedenartigsten Erscheinungen, sowohl die physischen, wie die chemischen, unter einem Gesichtspunkte zusammenzufassen. Dieses gilt namentlich dann, wenn es sich darum handelt, die an den Körpern wahrgenommenen Verschiedenheiten, sowie diejenigen Veränderungen zu erklären, welche unter dem Einflusse nachweisbarer, äusserer Einwirkungen eintreten. In dem einen wie in dem anderen Falle werden die an den Körpern beobachteten qualitativen Verschiedenheiten auf die Verschiedenheit ihrer inneren Bewegungen und die durch äussere Einwirkungen hervorgebrachten Veränderungen auf Veränderungen derselben inneren Bewegungen zurückgeführt und auf diese Weise die Ursache der betreffenden Naturerscheinung ohne weiteres nachgewiesen.

Neben diesen Erscheinungen kommen dagegen auch andere vor, bei welchen die Körper von sich aus häufig plötzlich mächtige Wirkungen ausüben, ohne dass eine äquivalente Veranlassung dazu von aussen sofort zu erkennen wäre. So leistet z. B. ein schwerer Körper bei seinem Niedersinken eine Arbeit oder entwickelt bei seinem Fallen eine beständig zunehmende lebendige Kraft, ohne dass eine äussere Ursache zu diesen Erscheinungen bis jetzt hätte ermittelt werden können. Bei der Kondensation der Dämpfe tritt die freiwerdende latente Wärme auf, die zwar als Ersatz für die beim Verdampfen der Flüssigkeit verbrauchte Wärme gilt, dem Dampfe aber nicht während seiner Kondensation zugeführt wird. Die chemische Wärme der Körper, wie z. B. die Verbrennungswärme des Wasserstoffes, ist ein weiteres Beispiel dafür, dass die Körper von sich aus mächtige Wirkungen ausüben können, ohne dass eine äquivalente Zufuhr von Energie von aussen nachweisbar wäre. — So verschiedenartig auch die soeben erwähnten Erscheinungen — die Arbeitsleistung eines schweren Körpers, das Freiwerden der latenten Wärme, die Verbrennungswärme des Wasserstoffs u. s. w. — sein mögen, so stimmen sie doch alle darin überein, dass die Körper unter gewissen Umständen sich als Reservoire verborgener Arbeitsvorräte erweisen, die unter veränderten Verhältnissen entweder als äussere Arbeit — wie beim Sinken der schweren Körper — oder als lebendige Kraft — bei ihrem freien Fallen — oder als Wärme — bei der Kondensation der Dämpfe und bei den chemischen Prozessen zum Vorschein kommen. In allen Fällen werden wir zu der Frage geführt, auf welche Weise ein derartiger Arbeitsvorrat

in den Körpern verborgen sein kann und unter welchen Bedingungen er zur Wirksamkeit gelangt?

Um diese Frage zu beantworten, müssen wir uns wieder zu den uns bekannten Wellenerscheinungen wenden und zusehen, ob wir nicht bei ihnen entsprechende Vorgänge antreffen. Dabei werden wir sofort an die Interferenzerscheinungen der Wellen erinnert. Zwei Schallwellen, bei welchen die Verdichtung der einen mit der Verdünnung der anderen zusammentrifft, üben keine Einwirkung auf unser Ohr aus und lassen keinen Ton wahrnehmen, obgleich sie getrennt von einander vollkommen gut hörbar sind. Zwei Lichtstrahlen, welche in entgegengesetzten Schwingungszuständen zusammentreffen, heben gegenseitig ihre Wirkungen auf, wie solches an den vielfachen Interferenzerscheinungen des Lichtes beobachtet werden kann. Dasselbe gilt auch von den Wellen der strahlenden Wärme, für welche Interferenzen ebenfalls nachgewiesen sind. Treten dagegen die Wellen des Schalles, des Lichtes oder der Wärme aus ihren Interferenzen heraus, so beobachten wir die entgegengesetzten Erscheinungen; wir erhalten: statt der Stille — einen Ton, statt der Finsternis — Licht, statt Kälte — Wärme.

Genau dasselbe muss nun auch im Innern der Körper vor sich gehen. Wie auch die inneren Bewegungen der Körper beschaffen sein mögen, so ist doch unvermeidlich, dass die sich fortpflanzenden Wellen bei der Vielfältigkeit der Richtungen, in welchen sie sich durchkreuzen, nicht allein in entgegengesetzter Richtung auf einander stossen und sich dabei in stehende Wellen umwandeln, sondern auch, in gleicher oder fast gleicher Richtung fortschreitend, mit verschiedenen Schwingungsphasen, d. h. mit entgegengesetzten Geschwindigkeiten zusammentreffen, sich dabei durch Interferenz ganz oder teilweise neutralisieren und die Wirkungen, welche jede einzelne Welle für sich hervorbringen würde, gegenseitig aufheben.

Es ist dabei besonders zu bemerken, dass diese gegenseitige Neutralisation der Bewegungen im Innern der Körper sich nur auf ihre Wirkungen nach aussen bezieht, dass sie sich dabei nicht vernichten. Wie die Oberfläche des Wassers an der Stelle, wo zwei Wellen sich in der Weise kreuzen, dass ein Wellenberg und ein Wellenthal zusammenfallen, verflacht erscheint, was jedoch nicht verhindert, dass über den Kreuzungspunkt hinweg Wellenberg und Wellenthal sich wieder vollständig entwickeln, wie in einem Konzertsaale bei guter Akustik die Töne ungeachtet ihrer vielfachen Interferenzen dennoch ungeschwächt bis zu unserem Ohr gelangen, so bestehen auch die inneren Bewegungen der Körper trotz aller Interferenzen unveränderlich weiter fort. Indem jeder Punkt immer nur die resultierende Bahn aller ihm in jedem Augenblicke mitgeteilten Bewegungen beschreibt, ist zwar das Fortbestehen aller elementaren Bewegungen in den Körpern gewahrt, es tritt jedoch bald hier, bald dort der Umstand ein, dass die Geschwindigkeiten der einzelnen Punkte durch die stattfindenden Interferenzen momentan ganz oder teilweise aufgehoben werden, wodurch jedoch nicht verhindert wird, dass die auf diese Weise neutralisierten Bewegungen sich weiter fortpflanzen und ihren Einfluss auf die übrigen Punkte des Körpers in der

Weise ausüben, als ob sie durch keine Interferenzen hindurchgegangen wären. Weil aber dieser Vorgang sich immer von neuem wiederholt und an allen Punkten des Körpers beständig eintritt, wird ein Teil der inneren Bewegungen nach aussen wirkungslos und in den Körpern dadurch ein verborgener Arbeitsvorrat begründet, der nur dann zum Vorschein kommt, wenn die inneren Bewegungen unter veränderten Umständen aus ihren Interferenzen heraustreten und die Erscheinungen hervorbringen, die uns häufig — wie z. B. die Explosion des Knallgases, das Auftreten der latenten Wärme und die Schwere der Körper — als unerklärlich erscheinen.

Der verborgene Arbeitsvorrat, welcher in den Körpern durch die interferierenden Bewegungen begründet wird, ist das, was man bisher als potentielle Energie bezeichnet hat. Wegen der gegenseitigen Neutralisation der Bewegungen verschwindet dieser Arbeitsvorrat aus der Erscheinung und kann nur unter veränderten Umständen durch das Heraustreten der Bewegungen aus ihren Interferenzen zur Wirksamkeit gelangen. Die Energie der nach allen Interferenzen resultierenden freien Bewegungen ist dagegen die kinetische Energie, mit welcher die Punkte eines Körpers ihre schraubenförmigen Bahnen im Raume durchlaufen. In derselben Weise aber, wie die schraubenförmigen Bewegungen der Punkte sich in rotierende und translatorische Bewegungen zerlegen lassen, zerfällt auch die kinetische Energie eines Körpers in die Energie seiner inneren Rotationen und in die Energie seiner translatorischen Bewegung. Die Energie der inneren Rotationen ist die Wärme der Körper und bringt den äusseren Druck und die Temperatur derselben hervor, die Energie der translatorischen Bewegung äussert sich dagegen als lebendige Kraft. Die Summe der potentiellen und kinetischen Energie oder die Summe der potentiellen Energie der Wärme und der lebendigen Kraft ist die Totalenergie der Körper.

Um diese Definitionen noch bestimmter zu fassen, wollen wir ihnen einen mathematischen Ausdruck geben. Unter der Totalenergie verstehen wir die Energie sämtlicher Bewegungen, an welchen die Punkte eines Körpers teilzunehmen haben. In gleichartigen Körpern ist die Totalenergie bei gleichem Volumen jedenfalls gleich oder — was dasselbe bedeutet — sie ist dem Volumen der Körper proportional. Bei qualitativ verschiedenen Körpern wird die Totalenergie aber nicht allein durch das Volumen bestimmt, sondern sie ist ausserdem noch und zwar — weil bei der Unterschiedslosigkeit des allgemeinen Substrats von einer Verschiedenheit desselben nicht die Rede sein darf — nur noch von der Geschwindigkeit aller in den Körpern vorkommenden Bewegungen abhängig. Die Totalenergie eines Körpers kann daher durch den mathematischen Ausdruck

$$T = \frac{K\, V\, \Sigma\, u^2}{2}$$

dargestellt werden, in welchem V das Volumen des Körpers bedeutet, unter $\Sigma\, u^2$ die Summe der Quadrate aller Geschwindigkeiten seiner einzelnen Punkte zu verstehen ist und K endlich ein konstanter und wegen der Unterschiedslosigkeit des allgemeinen Substrats für alle Körper

gleicher Koeffizient ist, der dazu dient, die Äquivalenz zwischen der Totalenergie der Körper und dem Gesamtwert ihres inneren Arbeitsvorrats herzustellen.

Wenn wir aber, statt die sämtlichen stets positiven Energien in einem Körper zusammen zu addieren, zuerst die einem Punkt mitgeteilten Geschwindigkeiten unter Berücksichtigung ihrer positiven und negativen Zeichen nach den Grundsätzen der Mechanik miteinander verbinden, so erhalten wir eine resultierende Geschwindigkeit s, mit welcher die Punkte des Körpers ihre schraubenförmigen Bahnen im Raume durchlaufen. Die dieser Geschwindigkeit entsprechende kinetische Energie lässt sich dann durch den Ausdruck

$$E = \frac{K.\ Vs^2}{2}$$

darstellen. Ziehen wir diesen Ausdruck von der Totalenergie ab, so erhalten wir die potentielle Energie

$$P = T - E$$

als Differenz der Totalenergie und der kinetischen Energie. Aus der letzten Gleichung folgt

$$T = P + E$$

und wenn wir die kinetische Energie E in Wärme W und lebendige Kraft L zerlegen

$$T = P + W + L,$$

woraus wir erkennen, dass sämtliche Erscheinungen, welche bei konstanter Totalenergie, d. h. ohne Zufuhr oder Ableitung von Energie von oder nach aussen an den Körpern beobachtet werden, nur Umwandlungen der potentiellen Energie in Wärme und lebendige Kraft oder umgekehrt sein können. — Während die Totalenergie, die kinetische Energie, die Wärme und die lebendige Kraft für die Naturforscher völlig geläufige Ausdrücke sind, die eine bestimmte Bedeutung in der Wissenschaft haben, kann dasselbe nicht von der potentiellen Energie gesagt werden. In der Attraktionslehre verstand man darunter einen durch Zentralkräfte begründeten latenten Arbeitsvorrat ohne Angabe, auf welche Weise derselbe zur Wirksamkeit gelangen könne. Die moderne kinetische Atomistik dagegen, welche die Zentralkräfte bestreitet und nur eine Bewegung der Atome voraussetzt, glaubt die potentielle Energie vollkommen entbehren zu können und verzichtet dadurch zugleich auf die Erklärung vieler Naturerscheinungen. Erst in der reinen kinetischen Naturlehre, wie sie von uns entwickelt worden ist, lässt sich die wahre Bedeutung der potentiellen Energie auch ohne Voraussetzung von Kräften nachweisen, und erkennen, dass sie die Energie der in den Körpern interferierenden und sich in ihren Wirkungen nach aussen gegenseitig neutralisierenden Bewegungen ist.

Die Bestätigung der soeben erlangten Erkenntnis geht aus den vielfachen Anwendungen derselben bei der Erklärung der verschiedenartigsten Naturerscheinungen hervor.

Bei dem Übergang der Körper aus dem festen in den flüssigen

und aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand verschwindet ein Teil der zugeführten Wärme für das Gefühl und das Thermometer; sie wird — wie man sich auszudrücken pflegt — latent. Dieselbe Wärme tritt bei den entgegengesetzten Zustandsänderungen der Körper wieder hervor. Wo bleibt die während der Veränderung des Aggregatzustandes als Wärme zugeführte Bewegung? Nach der alten Lehre behauptet man, dass die bei jenen Zustandsänderungen verschwindende Wärme nicht mehr als Wärme in den Körpern vorkomme, sondern zur Überwindung der inneren Kräfte als Arbeit verbraucht sei, und dass die bei den entgegengesetzten Zustandsänderungen wieder zum Vorschein kommende Wärme nicht aus der Verborgenheit hervortrete, sondern durch die Arbeit der Zentralkräfte wieder erzeugt werde. Diese Erklärungsweise genügt aber nicht, da man sich keine Vorstellung von den Zentralkräften und von der Art ihrer Wirkungen bilden kann. In der kinetischen Atomistik, welche die inneren Molekularkräfte bestreitet, fehlt dagegen jede Erklärung für die obenerwähnten Erscheinungen. Viel einfacher in dieser Beziehung ist das Verfahren der kinetischen Naturlehre; sie braucht eigentlich nur die beobachteten Erscheinungen in ihre Sprache zu übersetzen. Die während der Veränderung des Aggregatzustandes den Körpern als Wärme zugeführten Bewegungen treten nach ihr in einen Zustand des beständigen Interferierens ein, sie neutralisieren sich dabei gegenseitig und gehen dadurch für das Gefühl und das Thermometer verloren, d. h. kürzer ausgedrückt: die zugeführte Wärme wird in potentielle Energie umgewandelt.

Bei den entgegengesetzten Erscheinungen, d. h. bei der Kondensation der Dämpfe und dem Festwerden der Flüssigkeiten treten die inneren Bewegungen durch die veränderten Umstände aus ihren Interferenzen hervor und erscheinen dann als freiwerdende latente Wärme, d. h. es wird die potentielle Energie der Körper in Wärme umgewandelt.

Die Explosion des Knallgases beim Hindurchschlagen eines elektrischen Funkens und die hohe Verbrennungswärme des Wasserstoffes können als weitere Beispiele für das Wirksamwerden der in den Körpern enthaltenen potentiellen Energie dienen. Das Knallgas ist bekanntlich ein Gemisch von 1 Volumen Sauerstoff und 2 Volumen Wasserstoff. Beide Gase bestehen bei gewöhnlicher Temperatur friedlich neben einander und nichts deutet auf die gewaltige Energie hin, welche sie entwickeln können. Kommt aber nur der geringste Funke hinzu, so sehen wir das Knallgas durch eine plötzliche Explosion seinen Behälter sprengen oder wir beobachten, wenn ein Wasserstoffstrahl in einer Atmosphäre von Sauerstoff angezündet wird, auf jede Gewichtseinheit Wasserstoff eine Entwickelung von nicht weniger als 34 462 Wärmeeinheiten. Diese mächtigen Wirkungen können weder dem geringen elektrischen Funken, welcher die Explosion des Knallgases veranlasst, noch der Flamme zugeschrieben werden, welche benutzt worden ist, um den Wasserstoffstrahl anzuzünden. Auch in diesem Falle wird in der alten Lehre die bei den erwähnten Erscheinungen auftretende Energie der Arbeit irgend welcher Zentralkräfte zugeschrieben, während die kinetische Ato-

mistik überhaupt keine Erklärung dafür hat. Die kinetische Naturlehre gibt dagegen über die Ursache jener Erscheinungen eine vollständige Auskunft. Nach ihr ist der Arbeitsvorrat, welcher die Explosion des Knallgases und die Verbrennungswärme des Wasserstoffs hervorbringt, in den Bestandteilen des Wassers bereits vor ihrer Vereinigung als die Energie der interferierenden Bewegungen oder als potentielle Energie enthalten. So lange die beiden Gase, wenn auch mit einander gemischt, doch noch räumlich von einander getrennt sind, besteht auch die gegenseitige Neutralisation ihrer inneren Bewegungen und die Energie derselben bleibt wirkungslos. Der geringste Funken genügt aber, um die chemische Vereinigung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff durch gegenseitige Übertragung und Vereinigung ihrer inneren Bewegungen einzuleiten. Unter den veränderten Verhältnissen treten die inneren Bewegungen der beiden Gase aus ihren Interferenzen heraus und bringen die gewaltigen Wirkungen hervor, welche wir sodann zu beobachten Gelegenheit haben.

Dieselben Erläuterungen, welche wir über die Verbrennungswärme des Wasserstoffs gegeben haben, gelten auch in allen Fällen, in welchen es sich darum handelt, die chemische Wärme der Körper zu erklären. Stets ist die Energie der im freien Zustande der Körper sich gegenseitig neutralisierenden inneren Bewegungen oder die potentielle Energie die Quelle der Wärme, welche bei den chemischen Prozessen durch Störung der Interferenzen zum Vorschein kommt.

Bei den entgegengesetzten Erscheinungen, d. h. bei der Dissociation der Verbindungen ist auch der innere Vorgang ein genau entgegengesetzter. Durch die Wärme werden den zusammengesetzten Körpern die Bewegungen zugeführt, welche bei ihrer Bildung als chemische Wärme ausgestrahlt worden sind. Indem diese Bewegungen in den Zustand des Interferierens eintreten, ersetzen sie die bei der Vereinigung der Körper verbrauchte potentielle Energie und erteilen dadurch den Bestandteilen einer Verbindung die Fähigkeit wieder, im freien Zustande bestehen zu können.

Zu ähnlichen Resultaten führen uns auch die elektrischen und magnetischen Erscheinungen, welche wie die chemische Wärme und die Schwere bisher noch zu den ungelösten Problemen der Wissenschaft gehören; noch jetzt werden sie häufig auf imponderable Flüssigkeiten zurückgeführt. Öffnet man ein Lehrbuch der Physik, so findet man den Unterschied zwischen dem gewöhnlichen und dem elektrischen Zustande der Körper auf die Weise erläutert, dass im ersten die elektrischen Flüssigkeiten mit einander verbunden sein sollen und sich dabei neutralisieren, durch Reibung oder durch chemische Prozesse aber von einander getrennt werden können und dann die Erscheinungen hervorbringen, welche wir der Elektrizität zuschreiben. Diese Vorstellungen sind aber gegenwärtig stark im Schwinden begriffen; in Übereinstimmung mit der kinetischen Naturlehre überzeugen sich die Naturforscher von Jahr zu Jahr immer mehr, dass die Elektrizität nur eine von den vielen Formen ist, unter welchen die inneren Bewegungen der Körper in der Erscheinung auftreten. Diese Bewegungen sind aber im gewöhnlichen, nicht elek-

trischen Zustande — wenn man sich so ausdrücken darf — durch Interferenzen mit einander verbunden, neutralisieren sich dabei gegenseitig und begründen dadurch die potentielle Energie, welche sich unter den gegebenen Bedingungen nicht zu äussern vermag. Wenn aber die Interferenzen durch Reibung oder durch chemische Prozesse gestört werden, so trennen sich die inneren Bewegungen der Körper von einander, die potentielle Energie derselben gelangt zur Wirksamkeit und bringt dann je nach den getroffenen Einrichtungen bald die Erscheinungen der Wärme, bald die der Elektrizität hervor. In derselben Weise verdanken die galvanischen Ströme, welche auf elektromotorischem Wege erzeugt werden, ihre Entstehung der in den Brennstoffen angehäuften potentiellen Energie. Indem die inneren Bewegungen des Kohlenstoffes beim Verbrennen aus ihren Interferenzen heraustreten, wird ihre potentielle Energie zuerst in Wärme, dann in Arbeit und schliesslich in Elektrizität umgewandelt. Die Quelle der Elektrizität und somit auch des Magnetismus ist daher nur in der potentiellen Energie der Körper zu suchen, wobei nicht zu zweifeln ist, dass zugleich mit der Erklärung der Schwere auch die Ursache der sogenannten elektrischen und magnetischen »Anziehungen« und »Abstossungen« sich in derselben Weise ergeben wird.

Aus den soeben erwähnten Erscheinungen geht bereits der unzweifelhafte Beweis für die Existenz verborgener Arbeitsvorräte oder der potentiellen Energie in den Körpern hervor; zugleich ergibt sich auch für uns die Möglichkeit, den Ursprung der lebendigen Kraft bei den fallenden Körpern nachzuweisen, ohne deshalb gezwungen zu sein, irgendwelche anziehende Kräfte oder den Stoss der Ätheratome anzunehmen. Wir erkannten bereits, dass die lebendige Kraft der fallenden Körper nicht von aussen herstammen könne, weil sie dann bei den notwendigerweise als gleichmässig vorauszusetzenden äusseren Einwirkungen in gleichen Zeitabschnitten nur in gleichen Mengen übertragen werden könnte, während sie in Wirklichkeit dem Quadrate der Zeit proportional ist, und schlossen daraus, dass die wahre Ursache der Schwere oder die Quelle der lebendigen Kraft als latenter Arbeitsvorrat in den fallenden Körpern selbst enthalten sein muss. Bisher fehlte uns aber noch die Erkenntnis dessen, was man unter potentieller Energie zu verstehen habe. Diese Lücke ist nun auch ausgefüllt. Durch die Anerkennung der potentiellen Energie als der Energie der in den Körpern interferierenden und sich in ihren Wirkungen nach aussen neutralisierenden Bewegungen erhalten wir den Arbeitsvorrat, aus dem die fallenden Körper durch Störung der inneren Interferenzen ihre lebendige Kraft schöpfen können, und erkennen zugleich, dass auch die äussere Arbeit, welche ein langsam sinkender Körper leistet, nur eine Übertragung eines Teiles seiner potentiellen Energie auf einen anderen Körper, auf das Material der Arbeit ist. Umgekehrt dient die Arbeit, welche beim Heben eines Körpers verbraucht wird, dazu, ihn in den früheren Zustand, in dem er sich vor seinem Herabsinken befand, wieder zurückzuführen. Durch diese Arbeit werden dem Körper neue Bewegungen zugeführt und durch das Interferieren derselben die bei seinem Falle verbrauchte potentielle Energie wieder hergestellt. Der Zuwachs an potentieller Energie, welchen der Körper

dabei erhält, ist notwendigerweise äquivalent der Arbeit, welche bei seinem Emporheben verbraucht worden ist, und ebenso äquivalent der Arbeit, welche er bei seinem Herabsinken leisten kann, oder der lebendigen Kraft, welche er bei seinem freien Herabfallen von derselben Höhe erreicht. Auf diese Weise wird in der kinetischen Naturlehre der Zusammenhang zwischen der beim Heben eines Körpers verbrauchten und der bei seinem Herabsinken geleisteten Arbeit ohne Voraussetzung von Kräften durch die Energie der im Körper interferierenden Bewegungen hergestellt und der Kreis der äquivalenten Verwandlungen auch für die Erscheinungen der Schwere geschlossen.

Durch die Erkenntnis der potentiellen Energie gelangt die kinetische Naturlehre, indem sie dadurch die Möglichkeit erhält, den Zusammenhang der verschiedenartigsten Naturerscheinungen nachzuweisen, zu einem vorläufigen Abschlusse. Wir können jedoch auf diesen Gegenstand nicht weiter eingehen, da die vorliegende Arbeit vorzugsweise nur dazu bestimmt ist, sich mit den Erscheinungen der Schwere zu beschäftigen. Dennoch möchte ich auf einige Resultate meiner kinetischen Naturlehre aufmerksam machen, die wohl geeignet sind, ihren Wert erkennen zu lassen. So findet sich auf S. 221 meines Buches »das Rätsel der Gravitation« für die vollkommenen Gase das Verhältnis der spezifischen Wärme c_p bei konstantem Drucke und der spezifischen Wärme c_v bei konstantem Volumen oder

$$\frac{c_p}{c_v} = 1{,}444 \ldots$$

angegeben. Die Bedeutung dieses einfach durch Rechnung ohne Benutzung irgend welcher vorhergehenden Beobachtung erhaltenen Resultates ist leicht zu erkennen. Vergleicht man nämlich den für $\frac{c_p}{c_v}$ ausgerechneten Wert mit den Werten, welche sich dafür bei den permanenten Gasen aus den Beobachtungen ergeben, z. B. beim Wasserstoff 1,417, so findet man zunächst, dass die Abweichung eine nur sehr geringe ist. Ferner stellt sich aus den Beobachtungen heraus, dass das Verhältnis $\frac{c_p}{c_v}$ um so kleiner wird, je mehr die Gase und Dämpfe sich von dem vollkommenen Gaszustande entfernen. Der ausgerechnete Wert 1,444 ist daher ein Maximum, dem sich das Verhältnis $\frac{c_p}{c_v}$ bei den wirklichen Gasen nähert, der aber nur im vollkommenen Gaszustande erreicht werden kann und dessen Abweichung von dem beobachteten Werte ein Mass für die Abweichung des Gases von dem ideellen Zustande gibt. Der Umstand aber, dass das Verhältnis der spezifischen Wärme bei konstantem Drucke und bei konstantem Volumen einfach durch Rechnung gefunden werden kann, ist wohl der beste Beweis für die Sicherheit der Grundlagen, auf welchen die kinetische Naturlehre aufgebaut ist.

Ein weiteres, nicht weniger wertvolles Resultat der kinetischen Naturlehre ist die gegebene Möglichkeit, die kinetische Energie zu bestimmen; der Werth derselben in einem Kubikmeter und bei einem mitt-

leren atmosphärischen Druck stellt sich nach den zu diesem Zweck angestellten Rechnungen (Das Rätsel der Gravitation, S. 222) auf

23 251 Meterkilogramme

heraus. Durch diese Zahl erhalten wir eine Vorstellung von dem Arbeitsvorrate, welcher als freie Wärme in den Körpern enthalten ist. Anders verhält es sich damit in bezug auf die potentielle Energie; diese tritt in den Gleichungen der kinetischen Naturlehre als die bei der Integration der Totalenergie hinzuzufügende Konstante auf, deren Wert vorläufig sich noch nicht genau bestimmen lässt; eine einfache Betrachtung führt uns aber zu der Erkenntnis, dass dieser Wert eine Grösse besitzt, welche alle unsere Vorstellungen übersteigt.

Denken wir uns einen Körper, z. B. eine Kanonenkugel, von der Schwere in bezug auf alle Weltkörper bis auf einen, z. B. den Sirius befreit und nach diesem hin fallend, so wird seine lebendige Kraft infolge der beschleunigten Bewegung zuletzt einen Wert erreichen, der alle Arbeitsvorräte, die uns auf der Erdoberfläche zur Verfügung gestellt sind, bedeutend übersteigt. Die nach dem Sirius fallende Kanonenkugel kann aber ihre lebendige Kraft nur aus sich selbst, aus ihrer eigenen inneren Energie schöpfen und wir erkennen daher, dass diese einen Wert besitzen muss, zu dessen Bestimmung unsere irdischen Masse sich als völlig ungenügend erweisen.

Ein anderes Beispiel können wir dem Verhalten der Körper auf der Erdoberfläche selbst entnehmen. Denken wir uns gewisse Mengen Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnisse, wie sie im Knallgase enthalten sind und lassen wir sie verschiedene Zustandsänderungen erleiden, so erhalten wir zunächst durch die chemische Vereinigung der beiden Gase einen bedeutenden Arbeitsvorrat als Verbrennungswärme des Wasserstoffs; durch Abkühlung entziehen wir dem Wasserdampfe ferner einen Teil seiner kinetischen Energie; bei der Kondensation zu Wasser kommt die Verdampfungswärme wieder zum Vorschein und das sich bildende heisse Wasser ist immer noch im stande, weitere Mengen von Wärme auszustrahlen. Aber auch das abgekühlte Wasser trägt noch unermessliche Vorräte von Energie in sich; bei seinem Herabfallen bringt es unsere Maschinen in Bewegung, wobei es den dazu erforderlichen Arbeitsvorrat nur aus sich selbst, aus seiner inneren Energie schöpfen kann, und behält trotzdem noch immer die Fähigkeit, einem erhöhten äusseren Drucke einen unüberwindlichen Widerstand entgegenzusetzen. — Diese Widerstandsfähigkeit kann aber das Wasser ebenfalls nur seinen inneren Bewegungen entnehmen und wir erkennen somit, dass seine innere Energie und aus denselben Gründen auch die innere Energie der übrigen Körper einen Wert besitzen muss, der fast an das Unendliche streift.

Die kinetische Energie, welche die Erscheinungswelt hervorbringt, ist daher ein verschwindend kleiner Teil der Totalenergie der Körper; sie ist nur das leise Kräuseln der Wellen auf der Oberfläche eines Ozeans, der selbst aus potentieller Energie besteht.

Die Bedeutung der potentiellen Energie, als der Energie der interferierenden und sich in ihren Wirkungen nach aussen neutralisierenden

Bewegungen steht von nun an fest und auch die Zukunft wird daran nichts mehr ändern können. Doch wie jede Errungenschaft der Wissenschaft nur eine Sprosse auf der unendlichen Leiter der Erkenntnis ist, so tritt auch jetzt, wo es uns kaum gelungen ist, die wahre Quelle der Schwere zu entdecken, die Frage nach der weiteren Ursache auf, durch welche das Wirksamwerden der potentiellen Energie in den Körpern veranlasst wird. In vielen Fällen sind uns die veranlassenden Ursachen durch die Bedingungen selbst gegeben, unter welchen die Erscheinungen eintreten. Die Ableitung der Wärme, die Zunahme des äusseren Druckes, die Berührung mit einer Flamme, der geringste elektrische Funken genügen, um bei der Kondensation der Dämpfe, den chemischen Prozessen, der Explosion des Knallgases u. s. w. das Heraustreten der inneren Bewegungen aus ihren Interferenzen zu bewirken und die potentielle Energie der Körper zum Vorschein zu bringen. Anders verhält es sich damit bei den Erscheinungen der Schwere. Wird ein Körper seiner Stütze beraubt, oder wird der Faden, an dem er hängt, durchgeschnitten, so gerät er scheinbar von selbst in eine nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtete beschleunigte Bewegung, ohne dass eine äussere Veranlassung dazu, noch eine Veränderung an dem Körper wahrzunehmen wäre. Da aber diese Erscheinung nicht ursachlos sein kann, so folgt daraus, dass ausser der potentiellen Energie, welche nur die Quelle für die lebendige Kraft der fallenden Körper ist, noch eine zweite Ursache vorhanden sein muss, welche den Anstoss zu der Entstehung der Bewegung und zu ihrer Beschleunigung gibt. Dass diese zweite, die Erscheinung der Schwere bloss veranlassende Ursache nicht in den Körpern selbst enthalten sein kann, ist leicht einzusehen. Die Richtung, in welcher die Schwere wirkt, ihre Verschiedenheit auf den verschiedenen Weltkörpern, ihre Abnahme mit dem Wachsen der Entfernung von den Gravitationsmittelpunkten, sind unabhängig von den fallenden Körpern und beweisen, dass der Anstoss, welcher gleich dem elektrischen Funken in dem Knallgase das Wirksamwerden der potentiellen Energie in den ponderablen Körpern veranlasst, ausserhalb derselben zu suchen ist. Da aber die Schwere nicht allein auf der Erde, sondern auch in die weite Ferne wirkt, so erkennen wir, dass diese zweite ihre Richtung und Intensität bestimmende Ursache nur in den interstellaren, die Weltkörper von einander trennenden Räumen enthalten sein kann.

(Fortsetzung folgt.)

Nägeli's Einwände gegen die Blumentheorie, erläutert an den Nachtfalterblumen.

Von

W. O. Focke.

Den Anlass zu den Betrachtungen, welche ich auf den folgenden Blättern mitzuteilen beabsichtige, hat mir C. v. Nägeli's neues Werk: »Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre« gegeben. Es ist bekannt, dass Nägeli sich schon früh und bei vielen Gelegenheiten im Sinne der Entwickelungslehre ausgesprochen hat. Er hat sich jedoch stets eine selbständige wissenschaftliche Stellung gewahrt, indem er keinen Zweifel darüber bestehen liess, dass er durchaus nicht in allen Beziehungen mit den verbreiteten Anschauungen, wie sie namentlich durch Darwin und Häckel vertreten wurden, einverstanden war. Für mich war es manchmal eine Beruhigung, wenn ich bei meinen eigenen kleinen Ketzereien gegen die herrschenden deszendenztheoretischen Ansichten mich mit einem so ausgezeichneten Forscher, wie es Nägeli ist, einverstanden wusste. Das obengenannte neueste Werk dieses Gelehrten zeigt indes, dass Nägeli nicht nur über den einen oder andern Punkt etwas anders denkt, als die Mehrzahl der Naturforscher, sondern dass er durch eine weite Kluft von der Darwinschen Anschauungsweise getrennt ist. Es ist nicht meine Absicht, die Nägelische Naturauffassung [1] im Zusammenhange zu besprechen; ich möchte jedoch glauben, dass es nicht überflüssig sein wird, an einem einzigen Beispiele den Unterschied zwischen den theoretischen Deduktionen des Münchener Botanikers und den auf strengerer Induktion begründeten Anschauungen, zu welchen die Mehrzahl der beobachtenden Naturforscher gelangt ist, näher nachzuweisen.

---

[1] Verfolgt man den Gedankengang, durch welchen Nägeli zu seiner Idioplasma-Theorie und zu allen daraus gezogenen Folgerungen gelangt ist, weiter nach rückwärts, so wird man bald den Punkt finden, an welchem es für den vorurteilsfreien Forscher noch an jedem Wegweiser fehlt. Dieser Punkt ist die Erblichkeitsfrage. Das Irrlicht, welches von dort aus Darwin zur Pangenesis, Nägeli zum Idioplasma gelockt hat, ist die beliebte Rückschlag-Theorie, welche als bequemes Mittel zur Erklärung der Variationen benutzt wird. Alexander Braun hat einmal beiläufig, aber mit vollem Nachdruck, auf die Unhaltbarkeit der Rückschlagideen hingewiesen, doch fehlt es wenigstens in der Botanik noch an einer umfassenden und unbefangenen Untersuchung über die betreffenden Thatsachen.

Auf S. 149 des genannten Werkes heisst es:

Aus »schuppenartigen Staubgefässen, in einigen Fällen auch aus sterilen, dieselben umhüllenden Deckblättern sind durch beträchtlich gesteigertes Wachstum die Kronblätter hervorgegangen. Diese Steigerung des Wachstums mag wesentlich durch den Reiz veranlasst worden sein, welchen die blütenstaub- und säfteholenden Insekten fortwährend durch Krabbeln und kleine Stiche verursachten«.

Ferner auf S. 150:

»Zu den merkwürdigsten und allgemeinsten Anpassungen, die wir an der Gestalt der Blüten beobachten, gehören die langröhrigen Kronen in Verbindung mit den langen Rüsseln der Insekten, welche im Grunde der engen und langen Röhren Honig holen und dabei die Fremdbestäubung der Pflanzen vermitteln. Beide Einrichtungen, die vegetabilische und die animalische, erscheinen so recht wie für einander geschaffen. Beide haben sich allmählich zu ihrer jetzigen Höhe entwickelt, die langröhrigen Blumen aus röhrenlosen und kurzröhrigen, die langen aus kurzen Rüsseln. Beide haben sich ohne Zweifel in gleichem Schritt ausgebildet, so dass stets die Länge der beiden Organe ziemlich gleich war.

»Wie könnte nun ein solcher Entwickelungsprozess nach der Selektionstheorie erklärt werden, da in jedem Stadium desselben vollkommene Anpassung bestand? Die Blumenröhre und der Rüssel hatten beispielsweise einmal die Länge von 5 oder 10 mm erreicht. Wurde nun die Blumenröhre bei einigen Pflanzen länger, so war die Veränderung nachteilig, weil die Insekten beim Besuche derselben nicht mehr befriedigt wurden und daher Blüten mit kürzeren Röhren aufsuchten; die längeren Röhren mussten nach der Selektionstheorie wieder verschwinden. Wurden anderseits die Rüssel bei einigen Tieren länger, so erwies sich diese Veränderung als überflüssig und musste nach der nämlichen Theorie als unnötiger Aufwand beseitigt werden. Die gleichzeitige Umwandlung der beiden Organe aber wird nach der Selektionstheorie zum Münchhausen, der sich selbst am Schopfe aus dem Sumpfe zieht.

»Nach meiner Vermutung konnten die langen Blumenröhren aus kurzen in gleicher Weise entstehen wie die grossen Blumenblätter aus kleinen. Durch die beständigen Reize, welche die kurzen Rüssel der Insekten ausübten, wurden die kurzen Röhren veranlasst, sich zu verlängern. Dieses Wachstum erfolgte als notwendige Wirkung ihrer Ursache, obgleich es zunächst für die Pflanzen sich unvorteilhaft erwies. Mit der wachsenden Länge der Blumenröhre, welche, weil durch die nämliche Ursache bewirkt, eine allgemeine Erscheinung bei den Individuen einer Sippe war, verminderte sich für die Insekten die Leichtigkeit des Nektarholens. Dieselben wurden zu grösseren Anstrengungen gezwungen, und der damit verbundene Reiz, sowohl der physische, den das Organ bei der Arbeit erlitt, als der psychische, welcher in der gesteigerten Begierde nach dem Ziele lag, verursachte eine Verlängerung des Rüssels, so lange, als eine Verlängerung der Blumenröhre ihr vorausging.«

Es schien mir unerlässlich, die vorstehende Darstellung wörtlich wiederzugeben, weil jeder Versuch einer Kürzung den Sinn hätte modifizieren können. Schwer zu verstehen ist in obiger Auseinandersetzung

zunächst der Umstand, dass der Verfasser einen Widerspruch darin findet, wenn einerseits die zunehmende Rüssellänge gewisser Insekten durch die zunehmende Länge der Kronröhre gewisser Blumen erklärt, anderseits aber auch die Ursache der Verlängerung der Kronröhren in der Zunahme der Rüssellänge gefunden wird. Eine derartige gegenseitige Beeinflussung findet sich in der Natur wie im Menschenleben überall, wohin wir auch blicken. Nelson's Linienschiffe und Kanaris' Brander würden heutzutage im Vergleich mit unseren jetzigen Panzerfregatten und Torpedobooten als ziemlich harmlose und völlig wehrlose Feuerwerksfahrzeuge erscheinen. Wie ist diese Veränderung in den Kriegsflotten vor sich gegangen? Die stärkeren Angriffswaffen der Schiffe haben eine Verstärkung der Schutzbewaffnung herbeigeführt und umgekehrt; von Jahrzehnt zu Jahrzehnt haben sich sowohl die Zerstörungsmittel als die Widerstandsfähigkeit der Kriegsschiffe vermehrt. Ebenso ist es mit den Verkehrsmitteln einerseits, dem Verkehr und der Arbeitsteilung anderseits: sie steigern einander gegenseitig. Dasselbe sehen wir z. B. bei dem deutschen Zuckerrübenbau einerseits, der deutschen Zuckergewinnungstechnik anderseits. Die Arbeit des Technikers an der Verbesserung der Fabrikationsmethoden lohnt sich, weil der Rübenbau so bedeutend geworden ist, und der Rübenbau lohnt sich, weil die Zuckertechnik sich so sehr vervollkommnet hat.

Bleiben wir bei Nägeli's Beispiel stehen und gehen aus von einer Blume mit einer 5 mm langen Kronröhre, die von Insekten mit einem 5 mm langen Rüssel ausgebeutet und befruchtet wird. Nun ist jene Länge von 5 mm niemals eine unveränderliche Grösse. Am ersten Tage der Blüte ist die Kronröhre in der Regel kürzer als am letzten; die absolute Grösse der Blüten und damit auch die absolute Länge der Kronröhren ist ferner von der Gunst der Vegetationsbedingungen, unter welchen die einzelne Pflanze wächst, abhängig. Ebenso ist auch bei den Insekten die absolute Rüssellänge je nach der Grösse der einzelnen Individuen etwas veränderlich. Insekten mit 6 mm langem Rüssel finden die Blumen mit 6 mm langer Kronröhre weniger ausgebeutet als die kurzröhrigen, die ihnen übrigens keineswegs verschlossen sind. Die grossen und langrüsseligen Exemplare einer Insektenart werden somit ihre Nahrung in reichlicherer Auswahl finden; sie bedürfen aber auch mehr davon und werden somit in ausgedehnterem Masse die Kreuzung der Blumen vermitteln. Aus den durch Kreuzbefruchtung erzeugten Samen werden lebenskräftigere Pflanzen hervorgehen und unter den Nachkommen der langröhrigen Pflanzen wird die Zahl der langröhrigen Exemplare durch Vererbung immer mehr zunehmen. Betrachten wir umgekehrt die kurzröhrigen Blumen, so wird deren Honig verschiedenen Insekten zugänglich sein, welche auch andere Pflanzenarten besuchen und daher den Pollen nutzlos verschleppen. Unter der Nachkommenschaft der kurzröhrigen Exemplare werden somit zahlreiche durch Selbstbestäubung erzeugte Schwächlinge sein, so dass im Laufe der Generationen die erblich kurzröhrigen Formen immer mehr in Nachteil kommen müssen. Von Interesse ist auch die Erfahrung, dass eine Varietätenkreuzung in der Regel nicht nur kräftigere Pflanzen, sondern auch grössere Blumen liefert. Es trifft somit eine Reihe von Umständen zusammen, durch welche sowohl die langröhrigen

Blumen als auch die langrüsseligen Insekten begünstigt werden, wenn sie auf einander angewiesen sind.

Nägeli's Beweisführung würde nur dann stichhaltig sein, wenn Kronröhrenlänge und Rüssellänge innerhalb der Pflanzen- und Insektenspezies zur Zeit absolut konstante Grössen wären. Erfahrungsgemäss ist dies jedoch durchaus nicht der Fall; ausserdem könnte, wenn es der Fall wäre, von keiner Entwickelung der organischen Arten die Rede sein. Nägeli gibt daher unbedenklich die Möglichkeit zu, dass Varietäten einer Blumenart mit längerer Kronröhre entstehen, macht aber nun die äusserst unwahrscheinliche Annahme, dass die Verlängerung sofort exzessiv genug sei, um allen Individuen der befruchtenden Insekten die Honiggewinnung zu erschweren. Zu einer wirksamen Befruchtung würde übrigens schon ein Versuch seitens der Insekten genügen; abgesehen davon ist aber auch jene Annahme, dass die Variation immer eine plötzliche und grosse sein müsse, durchaus willkürlich.

Nägeli lässt auf die wörtlich citierten Stellen nun noch eine Besprechung verschiedener anderer Eigentümlichkeiten folgen, welche sich bei den von Insekten besuchten Blumen häufig finden. Die Honigabsonderung in den Blüten erklärt er durch Insektenreiz; Honigdrüsen kommen auch an den vegetativen Organen häufig vor. Die Nützlichkeit der Honigdrüsen für die Pflanzen hatte nach seiner Meinung keinen Einfluss auf die Entstehung des Organs. — Die Klebrigkeit des Pollens bei vielen von Insekten besuchten Pflanzen wird durch den von den Insekten ausgeübten Reiz erklärt. — Die Farben und Gerüche der Blumen sollen nach Nägeli ebensowenig in Beziehung zu der Insektenthätigkeit stehen, weil sich Farben und Gerüche auch an andern Pflanzenteilen finden. Die Kronblätter als metamorphosierte Staubblätter konnten von vornherein nicht die grüne Farbe der Laubblätter zeigen. Nicht besprochen sind die häufigen Schmuckfarben von Kelchblättern, Deckblättern und Hüllblättern, welche gewis keine metamorphosierten Staubblätter sind, nicht besprochen sind ferner die sterilen Schmuckblüten, welche die Augenfälligkeit ganzer Blütenstände vermehren. Auch der Umstand, dass viele Blumen nur zu bestimmten Stunden geöffnet sind oder zu bestimmten Stunden duften, hat keine Erwähnung gefunden.

Ohne in eine kritische Untersuchung der Nägelischen Ideen einzugehen, darf hier doch wohl beiläufig auf einige Bedenken hingewiesen werden, welche zu den erörterten Fragen in besonders naher Beziehung stehen.

Die Annahme, dass die Grössenentwickelung eines bestimmten Pflanzenorgans gefördert sein könne durch mechanische Reize, welche auf das entsprechende Organ der Vorfahren der betreffenden Pflanze ausgeübt wurden, ist nicht bewiesen und lässt sich auch leider schwer beweisen. Man könnte freilich die Blüten einer Pflanze mit Zuckerwasser benetzen und eine grosse Menge Fliegen mit dieser Pflanze zusammen einsperren; wenn man dann die Samen des so behandelten Exemplars aussäete und mit den daraus hervorgegangenen Pflanzen in gleicher Weise verführe, so würden schliesslich im Laufe der Generationen, falls Nägeli recht hat, die von ihm erwarteten Erfolge sichtbar werden müssen. Aber

wie viele Generationen würden wohl dazu erforderlich sein? Die Erfahrung zeigt, dass die Kronblätter vieler Blüten, welche massenhaft von Insekten besucht werden, verhältnismässig klein geblieben oder gar nicht zur Entwickelung (*Castanea, Salix*) gelangt sind. Es ist daher nicht besonders wahrscheinlich, dass der Zeitraum, den die gegenwärtige geologische Periode zur Verfügung stellt, genügen würde, um den Versuch zu Ende zu führen.

Unter diesen Umständen ist man doch wohl berechtigt, sich eine andere Vorstellung von der Entstehung der grossen Blumen zu bilden, zumal wenn man sieht, dass es durch methodische Züchtung leicht zu gelingen pflegt, eine Vergrösserung der Blumenkronen zu erzielen.

Ein anderer Punkt, über den man sich klar werden muss, ist folgender. Entwickelt und gezüchtet können nur solche Eigenschaften werden, welche bereits in der Anlage vorhanden sind. Farbige und riechende Stoffe sind ohne Zweifel zunächst nur gelegentliche Produkte des vegetabilischen Stoffwechsels gewesen. Wir finden sie manchmal in Organen, in denen sie anscheinend ohne besondere biologische Bedeutung sind, z. B. in unterirdischen Pflanzenteilen (*Alcanna, Iris Florentina*). Wenn aber die stärker gefärbten und stärker riechenden Exemplare einer Pflanzenart klimatischen Unbilden oder Angriffen von Tieren weniger ausgesetzt sind, oder wenn ihre Fortpflanzung begünstigt, die Lebenskraft ihrer Nachkommenschaft gesteigert ist, dann werden auch die durch ihren höheren Gehalt an Riech- und Farbstoffen bevorzugten Exemplare in immer grösserer Zahl erhalten bleiben und werden ihre Eigenschaften auf die späteren Generationen vererben. Aus den nämlichen Gründen werden sich Farb- und Riechstoffe besonders in denjenigen Organen anhäufen, in denen sie der Pflanze am nützlichsten sind.

Es schien mir nicht überflüssig, an diese einfachen Grundsätze der Selektionstheorie, auf eine besondere Eigenschaft angewandt, zu erinnern, weil Nägeli zu glauben scheint, der Nachweis, dass Farb- und Riechstoffe nicht ausschliesslich in Blumen vorkommen, genüge, um die Bedeutung dieser Substanzen für die Blumen als nebensächlich erscheinen zu lassen. Unsere Gärtner haben Anlagen zu bunten Blattfärbungen in der Natur vorgefunden und haben diese Anlagen durch Kreuzung und Auslese gezüchtet und z. T. in erstaunlichem Grade entwickelt, sie haben aber nicht vermocht, an Laubblättern Färbungen (z. B. Scharlach oder Cyanenblau) zu erzeugen, die nicht bereits in leichten Anfängen in der Natur vorhanden waren. Für die Blumen würden Pfeif- oder Klapperorgane sehr nützlich sein, um durch deren Geräusche Insekten anzulocken; den Nachtblumen würde zu gleichem Zwecke Phosphoreszenzlicht sehr zu statten kommen. Derartige Eigenschaften konnten aber selbst im Laufe geologischer Epochen nicht gezüchtet werden, weil sich keine Anlagen zu denselben bei den höheren Pflanzen vorfanden. Dass Farbe und Duft Eigenschaften sind, welche vorzugsweise den Blumen zukommen, ist eine Erfahrungsthatsache, für welche man doch gewiss kein Beweismaterial mehr zu sammeln braucht. Gefärbt sind namentlich die Nachbarteile der Sexualorgane, am häufigsten die Kronblätter, in andern Fällen aber auch Staubfäden, Staubbeutel oder Narben, in noch andern Kelchblätter,

Hüllblätter oder Deckblätter (Arten von *Cornus*, *Melampyrum*, *Salvia*, *Bromeliaceen*, *Poinsettia*!), in noch andern ist eine Arbeitsteilung zwischen den verschiedenen Blüten einer Infloreszenz durchgeführt, indem nur ein Teil derselben die geschlechtlichen Funktionen beibehalten hat, während die andern durch Grösse und Farbe als Lockmittel dienen.

Wie mit Farbe und Duft, so verhält es sich auch mit den Honigdrüsen; sie finden sich in einzelnen Fällen an den verschiedensten Teilen der Pflanzen, aber sie finden sich ganz allgemein in den Blüten der auf Insektenbefruchtung angewiesenen Gewächse. Verlöre einmal eine solche Pflanze ihren Honigsaft, so würden die Insekten ausbleiben und die Art müsste aussterben — eine Betrachtung, die uns sofort wieder mitten in die von Nägeli bekämpfte Selektionstheorie hineinführt.

Unter den Insekten zeichnen sich besonders die Schmetterlinge durch einen langen Rüssel aus, der sie befähigt, Honig aus engen langen Röhren zu gewinnen. Von den Schmetterlingen haben wenigstens viele Arten einen lebhaften Farbensinn, dagegen scheint ihr Sehorgan wenig befähigt zu sein, körperliche Formen aufzufassen. Lehrreich war mir unter anderm folgende Beobachtung. Auf einer Wiese sah ich einem Schmetterling zu, welcher die leuchtend karminroten Blumen einer Nelkenart (*Dianthus deltoides*) besuchte. Zwischen den Nelken wuchs auch ziemlich viel roter Klee (*Trifolium pratense*), dessen blassere, mattrosa gefärbte Blütenköpfe für ein menschliches Auge wenig Ähnlichkeit mit den Nelkenblumen hatten. Der Schmetterling irrte sich aber manchmal; er flog auf die Kleeblüten zu und es bedurfte jedesmal einer mehrere Sekunden dauernden Untersuchung mittels der Fühler, um ihn von seinem Missgriff zu überzeugen. — Während die Augen der Schmetterlinge wahrscheinlich wenig mehr als Licht und Farben zu unterscheiden vermögen, ist der Geruchssinn bei vielen dieser Insekten sehr ausgebildet, namentlich bei den Schwärmern und auch wohl bei den echten Nachtfaltern und Motten[1].

Nach diesen Vorbemerkungen möchte ich auf die von Nägeli bestrittenen Anpassungen zurückkommen und an einem besonderen Falle darlegen, wie durch die Blumentheorie Erscheinungen verständlich werden, welche ohne dieselbe einfach als unerklärlich hingenommen werden müssen. Ich will dabei nicht verhehlen, dass ich in einzelnen Punkten Nägeli's Einwände und Bedenken für beachtenswert halte. So sollte man, wie ich glaube, möglichst vorsichtig sein mit der Annahme von Farben-Liebhabereien bei gewissen Insektenarten. Die Bevorzugung besonderer Farben könnte in manchen Fällen viel einfacher durch individuelle und vererbte Erfahrung erklärt werden. Kurz, ich denke, man wird wohlthun, auch in der Blumentheorie die Vermutungen von den besser begründeten Erfahrungen möglichst zu sondern.

---

[1] Der Kürze wegen begreife ich in diesem Aufsatze unter dem allgemeinen Namen Nachtfalter die sämtlichen Gruppen, welche vorzugsweise bei Nacht und in der Dämmerung fliegen, also namentlich auch die Schwärmer (Sphingiden) und Motten. Zum Unterschiede davon nenne ich die *Noctuae* eigentliche oder echte Nachtfalter. Ich folge übrigens in diesem Sprachgebrauche einfach den bewährtesten Forschern.

Unter den Anpassungen, welche die Blumen zeigen, sind insbesondere auch diejenigen bemerkenswert, welche eine Befruchtung durch Schwärmer und Nachtfalter bezwecken. Wegen der Schwierigkeit, direkte Beobachtungen anzustellen, ist über die Blumenbesuche der eigentlichen Nachtschmetterlinge und Motten wenig bekannt, während die Thätigkeit der grossen Schwärmer sich der Wahrnehmung viel weniger entzieht. Für die Falter ist, wie erwähnt, der im Grunde einer engen Röhre geborgene Honig zugänglich, mag nun diese Röhre einen freien oder einen dem Blütenstiel angewachsenen (*Pelargonium*) Sporn darstellen, mag sie in einem Kronblatte liegen (*Lilium*) oder mag sie durch röhrig verwachsene Kelchblätter (*Sileneae*) oder Kronblätter gebildet sein.

Soll eine Blume in der Dämmerung oder im Mondlicht gut sichtbar sein, so muss sie eine möglichst rein weisse Farbe besitzen. In der Dämmerung sollen ausserdem auch die hellblauen und violetten Tinten gut gesehen werden können. Es ist ferner von besonderem Werte, wenn die Blume recht gross ist oder wenn viele kleinere Blumen gehäuft stehen. Da der Geruchssinn der Falter besser ist als ihr Gesicht, so ist es klar, dass duftende Blumen ganz besonders geeignet sind, diejenigen Schmetterlinge anzulocken, welche in der Dämmerung oder im Dunkeln fliegen. Ist der Duft stark ausgesprochen, so wird die Grösse und Farbe der Nachtblumen entbehrlich. Die Blumen können dann grünlich werden und die Spreite der Kronblätter wird mitunter sehr klein, so dass zuletzt kaum etwas anderes übrig bleibt als die honigführende Röhre. Es hat dies den Vorteil, dass die unscheinbar gewordenen Kronen nicht mehr leicht gelegentlich von andern Insekten, namentlich nicht von Tagfaltern besucht werden, welche den Blütenstaub unnütz verschleppen würden. Ein noch wirksamerer Schutz gegen die schädliche Ausbeutung durch Tagesinsekten besteht darin, dass manche Nachtblumen nur während der Dämmerung und Dunkelheit geöffnet sind. Die meisten duftenden Nachtblumen entwickeln während des Tages einen viel schwächeren oder gar keinen Geruch.

Rote oder andere lebhaft gefärbte Tagfalterblumen können auch von Nachtfaltern besucht werden, wenn sie duftend sind. Durch eine kräftigere nächtliche Entwickelung von Riechstoffen können sich solche Blumen mehr und mehr der Nachtfalterbefruchtung anpassen. Die Farben werden dann wertlos für sie; während aber aus den weissen Blumen grünliche oder grüne hervorzugehen pflegen, werden aus den roten und bunten in der Regel missfarbige, bräunliche oder selbst schwärzliche. Manchmal werden auch diese dunkeln duftenden Blumen ungewöhnlich klein, während in anderen Fällen auch die missfarbigen Blumen gleich vielen weissen tagsüber geschlossen bleiben.

In den polwärts vom 45. Breitengrade gelegenen Gegenden sind um Mitte Sommers die Nächte so hell, dass die weisse Farbe für die dort an offenen Stellen wachsenden Nachtblumen stets von Wert bleibt. Nur in tiefem Waldesschatten wird auch in der kühleren gemässigten Zone die weisse Blumenfarbe zur Nachtzeit wenig sichtbar sein. Die meisten grünen und missfarbigen Nachtblumen scheinen der subtropischen oder der wärmeren gemässigten Zone anzugehören, doch finden sich auch in

niederen Breiten, namentlich auch in den Tropen, zahlreiche rein weisse Nachtblumen.

Um die Eigentümlichkeiten der Nachtfalterblumen noch besser zu charakterisieren, wird es nützlich sein, sie mit denen der Windblüten und Tagfalterblumen zu vergleichen.

Windblüten sind honiglos und haben unscheinbare grünliche, seltener bräunliche Hüllen ohne Sporne oder röhrige Organe. Öffnen sich die Blüten periodisch, so geschieht dies in den Morgen- oder Mittagsstunden. Sie duften selten; die duftenden Arten sind wahrscheinlich keine reinen Windblüten mehr.

Tagfalterblumen besitzen Honig, der in röhrigen Organen geborgen ist; sie sind sehr lebhaft gefärbt, besonders häufig karminrot oder purpurn, aber auch scharlach oder mehrfarbig bunt oder lebhaft blau. Öffnen sich die Blüten periodisch, so geschieht dies in den späteren Morgen- und Mittagsstunden. Sie duften manchmal.

Nachtfalterblumen besitzen Honig, der in röhrigen Organen geborgen ist; sie sind meistens weiss gefärbt, zum Teil aber auch grün, braun oder verwaschen unrein. Öffnen sich die Blüten periodisch, so geschieht dies in den Abendstunden. Die meisten weissen und alle grünen, braunen oder missfarbigen Blumen haben einen sehr kräftigen, angenehmen oder seltener widerwärtigen Duft, falls nicht schon die ganze Pflanze riechend ist. Nur grosse, weisse, an offenen Stellen wachsende Nachtblumen sind manchmal geruchlos.

Es gibt manche Blumen, welche sowohl von Tagfaltern als von Nachtfaltern besucht werden, wie es ja auch einige Schwärmer und eigentliche Nachtschmetterlinge gibt, welche häufig bei Tage fliegen.

Nägeli erkennt die Selektionstheorie nicht an. Betrachtet man nun aber die näher geschilderten Eigenschaften der Tag- und der Nachtblumen, so ist es doch gewiss sehr schwer, dieselben für zufällig zu halten oder anders als durch Anpassungen zu erklären, die mittels Auslese zu stande gekommen sind. Wie sind manche Blumen dazu gekommen, sich nachts zu erschliessen, während die nächst verwandten Arten bei Tage blühen? Wie sind sie dazu gekommen, nachts stärker zu duften? Nägeli setzt den Blumenduft einfach als gleichwertig mit den Riechstoffen der grünen Pflanzenteile. In manchen Fällen hat man allerdings auch in den Blumen Camphene und Terebene als Träger des Geruchs erkannt. Daneben scheinen aber doch auch andere Stoffe vorhanden zu sein, welche in sehr geringen Mengen die Geruchsnerven lebhaft affizieren. Diese feinsten Blumendüfte sind noch nicht chemisch isoliert, weil sie in zu geringen Quantitäten vorkommen. Die Verdampfung der ätherischen Öle, welche sich in Blättern und andern Pflanzenteilen finden, hängt im wesentlichen von der Temperatur und von der vorausgegangenen Verdunstung des überschüssigen Wassers aus ölreichen Pflanzenteilen ab. Rutaceen, Labiaten und Koniferen verbreiten ihre balsamischen Düfte vorzüglich bei warmem trockenem Wetter. Offenbar muss aber das nächtliche Duften so mancher weissen und missfarbigen Nachtblumen ganz andere Ursachen haben; es handelt sich in diesem Falle gewiss nicht um eine von den gewöhnlichen physikalischen Ursachen abhängige Verflüchtigung von vorher vorrätigen und

in besondern Drüsen abgelagerten Ölen[1]. Und nun die Farben! — Warum öffnen sich nicht auch manche lebhaft gefärbte Blumen abends? Warum finden sich unter den lebhaft gefärbten Blumen nicht auch manche nachts duftende? Warum sind die weissen Nachtblumen durchschnittlich grösser, die grünen und braunen durchschnittlich kleiner als die lebhaft gefärbten Tagblumen der verwandten Arten? Doch genug der Fragen — wenn hier kein Verhältnis von Ursache und Wirkung vorliegt, so würde alles Forschen nach Kausalität in der organischen Natur überhaupt eine Thorheit sein.

Als Beispiele von Nachtblumen seien hier folgende angeführt:

Cereus grandiflorus Mill., die »Königin der Nacht«. Die Blumen sind von ausserordentlicher Grösse, prächtig weiss und sehr wohlriechend; sie öffnen sich abends gegen 8 Uhr und schliessen sich schon nach etwa 6 Stunden für immer. Sie sind nur bei Fremdbestäubung fruchtbar. In der That ist diese Pflanze die ausgeprägteste, schönste und grösste aller Nachtblumen. Vermutlich sind auch die übrigen weissblumigen Kakteen Nachtblüher; die Mehrzahl der Arten aus dieser Familie blüht übrigens prächtig rot oder gelb.

Convolvulus sepium L., die weisse Zaunwinde, die ansehnlichste unserer in Nordeuropa einheimischen Nachtblumen. Die Blumen sind geruchlos und schliessen sich — nach Herm. Müller — in sehr dunkeln Nächten, während sie bei Mondlicht stets geöffnet bleiben.

Lonicera caprifolium L. und *L. periclymenum* L., die »Jelängerjelieber«-Arten, sind langröhrige Schwärmerblumen, deren Färbung zwar hell, aber nicht rein weiss ist, die jedoch abends durch kräftigen Wohlgeruch und reichen Honiggehalt die Schwärmer und eigentlichen Nachtfalter anlocken.

Mirabilis longiflora L. hat weisse, bei Tage geschlossene Blumen mit sehr langer (14 cm) enger Röhre.

Hesperis tristis L. hat missfarbige, nachts köstlich duftende Blumen.

Die *Daphne*-Arten, von denen sich einige durch prächtige Blumenfarben, andere durch Wohlgeruch auszeichnen, sind zum Teil Falterblumen. Bemerkenswert sind die unscheinbaren, grünen, aber abends köstlich duftenden Blüten von *D. laureola* L. — Spezielle Beobachtungen über die Insekten, welche *Daphne laureola* und *Hesperis tristis* befruchten, sind mir nicht bekannt.

Liliaceae. Die weissen Blumen der *Yucca*-Arten sollen von kleinen Nachtfaltern befruchtet werden. *Paradisia liliastrum* Bert. wächst auf Alpenwiesen, hat sehr ansehnliche, rein weisse Blumen und wird von Schwärmern befruchtet. Bei *Lilium* findet sich der Honig in einer engen Rinne der Kronblätter: die grossen reinweissen wohlriechenden Blumen der allbekannten weissen Lilie (*L. candidum* L.) sind offenbar der Befruchtung durch Schwärmer vorzüglich angepasst. Ähnlich wird es sich mit den andern Arten verhalten, welche durch grosse, helle, meist weisse Blumen ausgezeichnet sind. Auffallend erscheint es auf den

[1] Einige Thatsachen legen den Gedanken nahe, dass die Riechstoffe mancher Blumen schwache Basen (wie Diphenylamin oder der Moschusduft) sind, welche vielleicht bei Tage von fixen Säuren des Zellsaftes gebunden werden, während sie abends, von stärkeren Basen ausgetrieben, mit der Kohlensäure abdunsten.

ersten Blick, dass nach Herm. Müller's Beobachtung auch das rote *L. martagon* eine Schwärmerblume ist. Vergleicht man indes die matten Tinten der Blumen dieser Art mit den leuchtenden Farben der Tagfalterlilien, so ist der Unterschied sehr ausgesprochen. In der That ist *L. martagon* an seinen natürlichen Standorten eine wenig augenfällige und leicht zu übersehende Blume. Eine in Dalmatien wachsende Lokalrasse, das *L. Cattaniae* Vis., ist in der Verfärbung noch weiter fortgeschritten; es hat dunkelbraune Blumen. Auch die dunkelblumige *Sarana* wird eine Nachtblume sein.

Amaryllideae. Die Arten der Gattungen *Pancratium, Ismene, Crinum* u. s. w. zeichnen sich durch grosse weisse Blumen mit engen Honigröhren aus und scheinen in ausgeprägter Weise der Befruchtung durch Schwärmer angepasst; manche dieser Blumen sind ungemein wohlriechend. — Die ansehnlichen weissen Blüten von *Narcissus poëticus* verbreiten abends einen starken würzigen Duft.

Auch andere weissblühende Narzissen dürften der Nachtfalterbefruchtung angepasst sein. Eine südspanische Art, *N. viridiflorus*, hat grüne Blüten.

Irideae. *Crocus vernus* All. mit weissen oder blauvioletten Blumen ist, wie Ricca und Herm. Müller nachgewiesen haben, wesentlich, wenn auch nicht ausschliesslich, eine Nachtfalterblume. In der Gattung *Gladiolus* herrschen leuchtendes Karminrot und ähnliche lebhafte Farben vor. Der südafrikanische *Gl. tristis* indes ist durch düstere Blütenfärbung und starken Duft als Nachtfalterblume charakterisiert; einige andere Arten scheinen sich ähnlich zu verhalten.

Orchideae. Unter unsern einheimischen Arten verbreiten die langspornigen *Platanthera*-Arten abends einen köstlichen Wohlgeruch. Die auf offenen Stellen wachsende *Pl. bifolia (solstitialis)* blüht weiss, während *Pl. chlorantha*, die schattige Standorte vorzieht, grünliche Blumen hat. *Gymnadenia albida* wird nach Herm. Müller durch kleine Nachtfalter befruchtet. Unter den tropischen Orchideen ist die Gattung *Angraecum* durch weisse Blumen und ausserordentlich lange Sporne ausgezeichnet.

Solaneae. Die Blüten der *Datura*-Arten erinnern in ihrer Gestalt an die von *Convolvulus sepium*, doch scheinen sie in Mitteleuropa überhaupt nicht von befruchtenden Insekten besucht zu werden. Ausser den weissen kommen auch viele blassblaue Blumen in der Gattung vor. — Von *Petunia* kultivieren wir in unsern europäischen Gärten zwei verwandte Arten, die violette *P. violacea* Lindl., und die weisse *P. nyctaginiflora* Juss., nebst deren zahlreichen Kreuzungsprodukten. Alle diese Garten-Petunien werden ausserordentlich emsig von Schwärmern besucht. — Die Gattung *Nicotiana* enthält zahlreiche langröhrige weisse nachtblühende Arten (*N. acuminata, affinis, suaveolens, vincaeflora, alata* etc.), von denen einige abends köstlich duften. An diese Arten schliessen sich mehrere grünblumige, welche sich während des Tages nicht schliessen und bei welchen der freie Saum, der bei den weissblumigen als Lockmittel sehr entwickelt ist, von geringer Breite zu sein pflegt. Die Blume von *N. paniculata* L. besteht z. B. nur aus einer ziemlich engen langen

grünlichen Röhre mit einem ganz schmalen grünen Saum, der gerade gross genug ist, um als Anflugplatz zu dienen. Ihre Abstammung von mehr entwickelten Blumen verraten diese grünen Nicotianen dadurch, dass sie gleich den andern Arten noch deutliche Spuren von Zygomorphie zeigen. Sie besitzen keinen besondern Blumenduft, aber der nauseose Geruch der ganzen Pflanze ist stark genug, um Insekten heranzulocken; seine Entwickelung ist auch nicht von der Einwirkung der Sonnenwärme abhängig, wie dies bei den ätherischen Ölen der Fall ist. — Die Arten von *Cestrum* blühen fast alle weiss, blassgelblich oder blassgrün; ihr Laub hat einen starken unangenehm nauseosen Geruch, aber die Blüten vieler Arten entwickeln nachts einen starken und köstlichen Wohlgeruch (z. B. *C. vespertinum, nocturnum, Parqui, paniculatum, odontospermum* etc.). Der Gegensatz zwischen dem widerwärtigen betäubenden Geruch der Blätter und dem köstlichen nächtlichen Duft der Blüten ist besonders ausgeprägt bei *C. foetidissimum* Jacq. Es gibt übrigens auch einige *Cestrum*-Arten, welche ihren Wohlgeruch bei Tage nicht verlieren *(C. diurnum, C. fastigiatum)*. Die Gattung *Cestrum* zeigt besonders deutlich, dass der Blütenduft in gar keiner direkten Beziehung steht zu den Riechstoffen der vegetativen Pflanzenteile.

Rubiaceae. Diese grosse Familie ist besonders reich an langröhrigen weissen Blumen, welche oft auch sehr wohlriechend sind. Unter den europäischen Arten ist die wohlriechende weisse *Asperula taurina* eine ausgeprägte Schwärmerblume (nach Herm. Müller). Die andern Arten von *Asperula* haben kürzere Blumenröhren und sind daher auch Hymenopteren zugänglich; man könnte nichtsdestoweniger vermuten, dass kleine Nachtfalter die wichtigsten Befruchter sind. Unter den ausländischen Arten sei an die weissblühenden langröhrigen Gardenien und Ixoren erinnert, deren Wohlgerüche zu den allerbeliebtesten gehören. Die Gattungen *Bouvardia, Rondeletia* und andere charakterisieren sich durch ihre röhrigen Kronen als für Falterbefruchtung berechnet; die einzelnen Arten pflegen teils schön rot (für Tagfalter), teils weiss zu blühen. *Cinchona* scheint der Befruchtung durch kleine Nachtfalter angepasst, während der Bau von *Exostemma* auf Schwärmer deutet. Auch die durch ihre Pollenschleudervorrichtung bekannte Gattung *Posoqueria* wird vorzugsweise von Schwärmern befruchtet.

Geraniaceae. Die Gattung *Pelargonium* besitzt eine sehr enge, dem Blütenstiel angewachsene Honigröhre, welche nur für Schmetterlinge zugänglich ist. Die meisten Arten haben lebhaft gefärbte Blumen, welche geeignet sind, Tagfalter anzulocken. Es gibt aber auch weissblumige Arten, darunter *P. grandiflorum* Willd., welche wahrscheinlich von Schwärmern besucht werden; mehrere Arten haben bunte, meistens weiss und rote Blumen. — Merkwürdiger sind die Arten mit kleinen, missfarbigen, bei Tage geruchlosen, aber nachts ungemein stark und würzig duftenden Blumen. Bei *P. gibbosum* Willd. ist die Blütenfarbe gelbgrün, bei *P. lobatum* Willd., *P. multiradiatum* Wendl. und einigen andern Arten dunkelbraunrot, fast schwarz. Diese düstern nachtduftenden Pelargonien sind sicherlich ebensoviel von Insekten besucht worden, wie die farbenprächtigen bei Tage blühenden Arten; nach der Nägelischen

Ansicht hätten sich daher auch ihre Kronblätter ebensogut entwickeln müssen.

Sileneae. Während in vielen andern Fällen durch Verwachsung der Kronblätter eine sowohl die Sexualorgane als auch den Honig bergende Röhre gebildet wird, sind es bei den Sileneen die Kelchblätter, welche zu einer Röhre verwachsen sind, innerhalb welcher Sexualorgane, Honig und die untern Teile (sog. Nägel) der Kronblätter enthalten sind. Im Gegensatz zu den nahe verwandten Alsineen, deren Kelchblätter frei sind, zeichnen sich die Sileneen durch ansehnliche Blumen aus, deren Kronen entweder weiss oder rot in verschiedenen Nüancen (Karmin, Rosenrot, Scharlach) zu sein pflegen; die gelbe Farbe ist selten. In den Gattungen *Dianthus*, *Saponaria*, *Lychnis*, *Coronaria*, *Melandryum*, *Silene* und deren Verwandten sind die Blumen im allgemeinen der Falterbefruchtung angepasst. Von den karminroten Arten sind einige nur während der Tagesstunden offen *(Dianthus)*, von den weissen sind einige während des Tages geschlossen. Den stärksten Duft entwickeln weisse *Dianthus*-Arten. Sind eine weisse und eine rote Art nahe verwandt, so hat die weisse die grösseren Blumen *(Lychnis semno, Melandryum album)*. *Melandryum rubrum* und *M. album* sind einander so ähnlich, dass Linné sie nicht als Arten, sondern nur als Varietäten unterschied; *M. rubrum* hat rote, sich nicht schliessende Blumen und wächst vorzugsweise an schattigen Stellen; das Kraut riecht ziemlich stark. Bei *M. album* sind die Blumen grösser, rein weiss und während des Tages geschlossen; es wächst an offenen Plätzen; der Geruch ist schwach. Beide Arten sind zweihäusig, können daher nur durch Insekten befruchtet werden. *M. album* schliesst die bei Tage fliegenden Insekten aus, während *M. rubrum* zwar vorzüglich durch Tagfalter, aber auch durch Schwärmer, die vom Geruch geleitet werden, befruchtet werden kann. — In ausgezeichneter Weise den Schwärmern angepasst sind die sehr langröhrigen, schön weissen (seltener grünlichen) Blumen mancher *Silene*-Arten.

Es kann unmöglich geleugnet werden, dass bei den genannten Blumen ebenso wie bei vielen tausend anderen eine genaue Beziehung zwischen ihren Eigenschaften und den Insektenbesuchen vorhanden ist. Gibt man einmal die Möglichkeit von Variationen zu, so würden auch z. B. geruchlose schwarze Pelargonien oder bei Tage geschlossene rote Nelken entstehen können. Derartige Varietäten würden aber nicht befruchtet werden, folglich auch nicht existenzfähig sein und würden daher wieder verschwinden müssen. Gibt man dies einmal zu, so ist es doch auch klar, dass ausser den lebensunfähigen auch die minder lebensfähigen, d. h. die minder gut ausgerüsteten Abänderungen im Laufe der Zeit aussterben müssen. Und wenn man diese Schlussfolgerungen anerkennt: wozu denn eigentlich ein Kampf gegen die Selektionstheorie? Wozu an deren Stelle unbeweisbare neue Hypothesen?

Biologische Studien,

angestellt in der Zoologischen Station in Neapel.

Von

Dr. Hugo Eisig.*

VIII. Über den Einfluss künstlicher Beleuchtung auf das Verhalten verschiedener Seetiere.

Durch häufige während der Nacht im Aquarium angestellte Beobachtungen wurde ich darauf aufmerksam, dass sich die verschiedenen Tiere der künstlichen Beleuchtung gegenüber sehr verschieden verhalten.

Die meisten Knochenfische zogen sich scheu zurück, sobald die Lampe in die Nähe kam; dabei richteten sie ihre Rückenflossen ganz so auf, wie sie es bei Tage nach heftiger Beunruhigung, im gegenseitigen Kampfe oder während des Ergreifens der Beute zu thun pflegen; andere wichen zwar dem Lichte nicht sofort aus, gaben aber doch durch Aufrichtung der Flossenstrahlen ebenfalls ihre Aufregung zu erkennen.

Eine Teleostierspezies aber, die *Lichia glauca*, zeigte sich nicht im geringsten beunruhigt, im Gegenteil: sie schwamm mit Vorliebe an den von der Lampe am intensivsten beleuchteten Stellen.

Die im ganzen viel stumpfsinnigeren Selachier zeigen auch in ihren durch die Beleuchtung der Bassins hervorgerufenen Reaktionen einen viel trägeren Ausdruck als die Teleostier: *Scyllium* und *Torpedo*, welche um diese Zeit ab und zu in Bewegung getroffen werden, ziehen sich gewöhnlich bald von den durchleuchteten Stellen der Behälter nach dunkleren hin zurück; *Mustelus* dagegen macht auf seinen kontinuierlichen Schwimmtouren umgekehrt häufig an den durchleuchtetsten Stellen eine Pause, ja er kommt sogar zuweilen an die Scheibe, in die Nähe des Lichts.

Von den Cephalopoden zeigten die *Octopus* stets die grösste Empfindlichkeit gegen die Einwirkung greller Lichtstrahlen: sie zogen sich so tief wie möglich in ihre Verstecke zurück, schlossen ihre Augen und veränderten stark die Farbe; alles Merkmale starker Furcht, Ärgers oder Schrecks bei diesen Tieren. Viel weniger unangenehm berührt pflegte

* s. Kosmos XII, S. 388, 438; XIII, S. 128.

sich *Sepia* zu zeigen: nicht nur dass sie ihren Standort nicht verliess und die Augen nicht schloss, junge Individuen kamen sogar häufig nahe zur Scheibe heran. Aber ganz dem Benehmen des *Octopus* entgegengesetzt ist nun gar dasjenige des *Loligo*: diese Tintenfische erscheinen wie dämonisch vom Lichte angezogen. Sobald ich nur die Lampe in die Nähe brachte, eilten diese sonst in rhythmischen Bewegungen hin und her schwimmenden Tiere in heftigen, raschen Stössen zur Lichtquelle und kehrten nach einer etwaigen Exkursion stets wieder zu derselben zurück.

Es ist bemerkenswert, dass nahezu alle die genannten lichtliebenden Tiere (*Lichia*, *Mustelus*, *Loligo*) auch zu den konstant sich bewegenden gehören (vergl. Biolog. Studien II: Über das Ruhen der Fische, Kosmos XII, 1883, S. 438).

IX. Pathologisches.

Wenn man unter den Seetieren nur selten Krankheiten zu konstatieren vermag, so liegt dies wohl vorwiegend daran, dass der Kampf ums Dasein im Meere Individuen, welche nicht mehr in der Vollkraft ihrer Leistungen stehen, rasch zum Untergange führt; sodann aber in unserer geringen Übung, pathologische Zustände, selbst wenn solche vorliegen sollten, in den oft normal noch nicht einmal genügend bekannten Organen solcher Tiere zu unterscheiden. Bezüglich des ersten Punktes ist die Erfahrung von Interesse, dass selbst in der Gefangenschaft Fische, die bis dahin aufs friedlichste mit einander in demselben Behälter gehaust hatten, einen Gefährten von dem Moment ab bedrohen, in dem er Zeichen des Krankseins erkennen lässt; bezüglich des letzteren aber diejenige, dass, wenn man sich nur intensiv mit einer marinen, selbst von den höheren Formen sehr abweichenden Art beschäftigt, aussergewöhnliche Organverhältnisse resp. pathologische Störungen ebensogut zur Beobachtung gelangen wie bei jenen. Ferner mag der Thatsache gedacht werden, dass sog. äussere, also leicht erkennbare Krankheiten, insbesondere Haut- und Augenleiden, bei den Fischen z. B. nichts weniger als selten vorkommen, ganz abgesehen vom Parasitismus, von welchem nahezu alle Meeresbewohner, z. T. sogar in sehr hohem Grade zu leiden haben.

Im nachfolgenden möchte ich nun einen Beitrag zum Kapitel der »Krankheiten mariner Tiere« liefern, welcher die Tintenfische, speziell den Pulpen (*Octopus vulgaris*) betrifft; es darf derselbe um so mehr Interesse in Anspruch nehmen, als die Symptome der betreffenden Erkrankung es sehr wahrscheinlich machen, dass wir, sei es nun unmittelbar oder mittelbar, in einer Störung der intellektuellen Sphäre die Ursache des Leidens zu suchen haben.

Bereits dreimal im Laufe von etwa 8 Jahren wurden jeweils im Sommer, zur Zeit, da sich diese Tiere in der höchsten Geschlechtsthätigkeit befanden, im Aquarium der Station Pulpen beobachtet, welche sich selbst ihre Arme abfrassen. An dem zuletzt (im vergangenen Sommer) beobachteten Fall ging das so weit, dass das sich selbst auffressende Individuum, ein nahezu $1^1/_2$ Fuss Länge des Rumpfes messendes Männchen, schliesslich alle acht Arme teils zur Hälfte, teils fast bis zur Scheibe hinauf verzehrt hatte. Vier Tage hindurch konnte das Tier, und zwar meistens in

solcher Selbstverstümmelung begriffen, beobachtet werden; in der darauffolgenden Nacht verendete es. Pulpen, sowohl Männchen als Weibchen, pflegen während der Geschlechtsthätigkeit, insbesondere während der Brutpflege, an welchem Akte sich beide Geschlechter beteiligen, keine Nahrung zu sich zu nehmen: sie kommen daher während dieser Periode stets sehr herunter und die Sterblichkeit ist gross. Die sich selbst auffressenden Pulpen sind nun solche während der Geschlechtsperiode bereits »herabgekommene Individuen«, und damit ist eigentlich schon gesagt, dass es nicht etwa Nahrungsmangel sein könne, der sie zu so selbstmörderischem Thun anspornt. Um aber dies über jeden Zweifel sicher zu stellen, habe ich einem so erkrankten Tiere selbst alle jene Speisen dargeboten, die sonst am gierigsten verschlungen werden; umsonst — nicht nur wurde solches Futter nicht angenommen, es wurde sogar zu meiner Überraschung durch einen der abgefressenen Stümpfe demonstrativ zur Seite geschoben. Die Krankheit ist auch nicht von der Gefangenschaft abhängig, denn es sind schon Tiere mit ähnlich angefressenen Armen von Fischern gefangen und der Station abgeliefert worden.

Fälle von Selbstverstümmelung kommen auch bei andern marinen Tieren vor: so gibt es gewisse Würmer, die sich auf einen blossen Reiz hin selbst in Stücke abschnüren; Holothurien pflegen misshandelt ihren ganzen Darmkanal auszuspeien u. s. w.[1]

Diese Tiere sind aber von so niederer Organisation und in ihrem Leben und Treiben überdies so wenig bekannt, dass man auch nicht einmal versuchsweise Vermutungen über ihr Thun und Lassen zu äussern vermöchte. Anders bei unserem Pulpen: er gehört zu den intellektuell am höchsten entwickelten Bewohnern der See. Seine Handlungen sind uns, so lange er sich normal befindet, meistens durchaus verständlich; sie machen in hohem Grade den Eindruck, aus folgerichtigem Überlegen zu entspringen. Ob solch ein Tier beim ersten Tritt des in der Nähe des Bassins mit dem Futter erscheinenden Wächters an den Wasserspiegel schiesst, ob es die Beute von seinem Winkel aus beschleicht, ob es sich vor einem übermächtigen Gegner zu schützen sucht, ob es sich zum Kampfe mit dem Rivalen rüstet, oder ob es endlich Steine zum Nestbau herbeischleppt — stets begreifen wir, auch von unserem bloss beobachtenden Standpunkte aus, das der Situation entsprechende Thun des Geschöpfes. Dem gegenüber können wir daher auch das Thun des erkrankten Tieres, welches überdies einem der mächtigsten Instinkte aller Organismen, dem Selbsterhaltungstriebe schnurstracks zuwiderläuft, nicht anders denn als ein — verrücktes Thun bezeichnen.

X. Medusenfressende Fische.

Unter den Glocken von *Cassiopea borbonica* und *Rhizostoma pulmo* — der zwei ansehnlichsten Medusen des Golfs — pflegen häufig kleinere

[1] Es mag hier auch des spontanen Abwerfens ganzer Gliedmassen von seiten beunruhigter Krebse gedacht werden. Nur liegt die Sache in diesem Falle insofern anders, als hier ein spezifischer, auf reflektorische Reizung hin die Abtrennung bewirkender Mechanismus vorhanden ist und es daher keinem Zweifel unterliegen kann, dass man es mit einer den betreffenden Geschöpfen im Kampfe ums Dasein nützlichen Einrichtung zu thun habe.

Fische zu hausen, welche so unzertrennlich von ihren Genossen sind, dass sie nicht selten mit ihnen in die Gefangenschaft geraten.

Auch noch in den Bassins schwimmen sie beständig um die Medusen herum und ziehen sich zuweilen auch unter deren Schirm zurück. Ich war lange Zeit hindurch der Meinung, dass diese Fische die Medusen nur deshalb begleiten, um bei herannahender Gefahr Schutz unter deren Schirm zu suchen; aber es stellte sich heraus, oder es bestätigte sich, dass dieses Verhältnis kein so harmloses ist. Von diesen Begleitern der Medusen sind folgende sämtlich zur Familie der Makrelen gehörigen Formen zur Beobachtung gekommen: *Stromateus microchirus*, *Caranx trachurus* und *Schedophilus medusophagus*. *Stromateus* ist weitaus der am häufigsten erscheinende und ein ungefähr zwei Zoll langes Exemplar dieser Gattung wurde eines Tages mit einer ungefähr fünf Zoll Schirmweite messenden *Cassiopea* zusammengebracht. Am nächsten Morgen schon fand ich die Meduse aller ihrer Wurzelspitzen beraubt; der Fisch hatte sie aufgefressen. Bald hatte ich Gelegenheit, ein anderes Exemplar beim Fressen zu beobachten, so dass gar kein Zweifel über die Thatsache walten kann. Dass aber diese Nahrung nicht etwa nur aus Mangel an anderem geeignetem Futter gewählt wurde, geht aus folgendem hervor. Ein grösseres, etwa sechs Zoll langes Tier, welches längere Zeit hindurch in einem Bassin ohne Medusen gehalten worden war, nahm keinerlei Nahrung zu sich und kam schliesslich so sehr herab, dass ich für sein Leben fürchtete; nachdem ihm aber eine *Cassiopea* zugesellt worden, wurde das vorher ziemlich träge Tier ganz lebhaft, schwamm beständig um die Meduse herum, und es dauerte nicht lange, bis es sie anzufressen begann.

Zwei Dinge sind nun in diesem Verhältnisse auffallend. Erstens, dass sich die genannten Fische unbehelligt um die mit Nesselbatterien ausgerüsteten Arme der Medusen herumtreiben können, während so viele andere Arten, und häufig ihnen an Grösse nicht nachstehende, tot den Armspitzen anhängend getroffen werden. Zweitens, dass sich diese Makrelen von einem Gewebe zu ernähren vermögen, welches auf die meisten anderen Fische als Gift wirkt oder doch zum mindesten als Nahrung verschmäht wird[1].

XI. Über die Eiablage der Seebarsche (Labrax) und Lippfische (Crenilabrus).

In dem grossen Bassin des Aquariums leben seit einem Jahre etwa ein Dutzend Exemplare von *Labrax lupus* beiderlei Geschlechts. Das grösste Exemplar, ein Weibchen, begann vor mehreren Monaten einen beträchtlicheren Umfang anzunehmen: es reiften seine Eierstöcke. Leider entleerte das Tier nach einiger Zeit die Geschlechtsprodukte unbemerkt, wahrscheinlich in der Nacht, denn eines morgens erschien es in seinem normalen Leibesumfang.

Glücklicher gestaltete es sich mit dem zweiten, nicht ganz so grossen Weibchen der Gruppe, welches schon seit mehreren Wochen

[1] In dieser Hinsicht mag an *Balistes capriscus* erinnert werden, welcher, unbekümmert um die von andern Fischen so gefürchteten Nesselfäden, Aktinien zu verspeisen pflegt.

ebenfalls durch auffallendes Anschwellen des Körpers die herannahende Geschlechtsthätigkeit verraten hatte.

Heute früh[1] nämlich meldete mir der Wärter des Aquariums, dass das genannte Tier im Begriffe sei, seine Eier abzulegen, und dabei beständig von einer Anzahl Männchen umschwärmt werde. Ich begab mich sogleich an das betreffende Bassin und fand das bezeichnete Weibchen rascher und unruhiger als sonst umherschwimmend. Dicht hinter ihm aber folgten bald drei, bald vier, bald fünf kleinere Tiere, die ihrem ganzen Gebahren nach für die Männchen gehalten werden mussten. Unter allen zeichnete sich eines derselben durch Geschicklichkeit und Beharrlichkeit im Verfolgen aus; denn es gelang ihm, wie immer auch das Weibchen sich drehen und wenden mochte, letzterem den Weg abzuschneiden und es bei dieser Gelegenheit mit dem Maule zu berühren oder seinen Leib an demjenigen des Verfolgten zu reiben. Darauf schien es aber den brünstigen Männchen anzukommen, denn so oft es einem anderen der drei geschickteren Männchen (welche allein von den fünf unaufhörlich den Bewegungen des Weibchens folgten) gelungen war, das letztere zu erreichen, so führten sie ganz ähnliche Berührungen mit dem Maule und dem Leibe aus, wie das zuerst hervorgehobene Männchen. Oft kam es vor, dass alle drei Männchen zugleich das Weibchen erhaschten und es von allen Seiten so bedrängten, dass dem letzteren kaum ein Ausweg blieb. Dieser Umstand wird wohl auch das Weibchen zum Teil veranlasst haben, vor seinen Bewerbern — allerdings ohne Erfolg in dem engen Raume eines relativ auch noch so grossen Bassins — die Flucht zu erstreben. Der Wärter hegte allerdings eine andere Vermutung: er meinte, die *Labrax* pflegten, wie ihm aus der Beobachtung im freien Meere bekannt sei, ihre Eier auf Pflanzen abzulegen und unser Weibchen suche in dem allen Strauchwerks entbehrenden Behälter ängstlich nach dem gewohnten Brutplatze; daher seine Unruhe und Hast in den Bewegungen. Das Verhalten der Männchen im Verfolgen der Weibchen verglich er treffend mit demjenigen von brünstigen Hunden.

Ich verweilte etwa eine Stunde vor dem Bassin und sah unaufhörlich dasselbe, im vorhergehenden geschilderte Manöver sich wiederholen, ja dieses Verfolgen von seiten der Männchen und Ausweichen von seiten des Weibchens dauerte noch zwei volle Tage in derselben Weise fort. Am dritten Tage erst legte das Weibchen die Eier ab und während dieses Aktes erfolgte auch die Entleerung des Samens von seiten der Männchen. Die letzteren bewegten sich dabei wie Pfeile um das Weibchen herum und trübten durch die grosse Menge des ergossenen Sperma das Wasser. Wie ungestüm sich die Tiere während des Befruchtungsaktes gebärdeten, mag daraus entnommen werden, dass sie, die sonst so vorsichtig jede derbe Berührung vermeiden, sich gar nicht selten so heftig an den Felsen anstiessen, dass Schuppen abfielen.

Als besonders bemerkenswert muss hervorgehoben werden, dass die

[1] Die diesem Aufsatze zu Grunde liegenden Notizen wurden am 16. Januar 1876 niedergeschrieben.

Männchen in keinerlei Weise irgend welche Eifersucht verrieten, keines war bestrebt, das andere zu verdrängen.

Ein ganz entgegengesetztes Verhalten zeigen die zu den Lippfischen gehörigen *Crenilabrus*-Arten. Das zur Eiablage sich anschickende Weibchen bereitet sich ein Nest, in welchem es in Gesellschaft eines offenbar von ihm auserwählten Männchens ruhig schwebend oft Tage lang verweilt. Zeitweise erfolgen am Leibe des Weibchens heftig zitternde Bewegungen, und während derselben bringt das Männchen seinen Leib mit demjenigen des Weibchens in ähnliche Berührungen, wie sie von den *Labrax* geschildert wurden. Den grössten Teil der Zeit bis zur Ablage der Geschlechtsprodukte bringt aber das Männchen damit zu, etwaige Rivalen zu verdrängen. Auf jeden in die Nähe kommenden Insassen des Bassins, selbst wenn er einer ganz anderen Gattung angehört, richtet das bevorzugte Männchen wütende Angriffe; ich habe solche eifersüchtige Tiere unverhältnismässig viel grössere Rivalen in die Flucht schlagen resp. beissen sehen.

Die Labroiden befestigen ihre Eier wie so viele andere Fische auf festen Körpern, mit Vorliebe auf Pflanzen. Im Bassin des Aquariums werden zu diesem Behufe *Zostera*-Büsche gehalten. Vor der Eiablage nun bemühte sich das Weibchen, alle die Blätter dieser Pflanze mit dem Maule zu reinigen. Die Eiablage selbst erfolgt ähnlich wie bei *Labrax* unter heftig zitternden Bewegungen des Leibes; gleichzeitig ergiesst das Männchen unter fortwährenden Berührungen des Weibchens das Sperma. Nachdem der Befruchtungsakt vorüber, bekümmert sich das Weibchen nicht mehr um die Brut; das Männchen dagegen bewacht dieselbe in wahrhaft staunenerregender Weise. Unaufhörlich verfolgt es jeden Mitbewohner des Bassins — die eigenen Weibchen ausgenommen — der sich dem Brutplatze nähert, auch grössere, stärkere Tiere werden mutig angegriffen und — soweit meine Beobachtungen reichen — stets überwunden. Dieser Schutz dauert wochenlang, wahrscheinlich bis zum Ausschlüpfen der Jungen. Den Endpunkt der Brutpflege festzustellen ist übrigens aus dem Grunde schwer, weil ein und dasselbe Männchen sich successive immer neue zur Eiablage bereite Weibchen zugesellt und so Eier verschiedenen Alters auf ein und demselben Stocke abgesetzt werden.

Wissenschaftliche Rundschau.

Botanik.

Ein neues Pflanzensystem.

In zwei Artikeln »Pensées sur la taxinomie botanique«[1] schlägt T. Caruel vor, an Stelle des bisherigen botanischen Systems folgendes neue zu setzen:

Div. I. Phanerogamae.

Cl. I. Angiospermae.

Subcl. I. Monocotyledones.

Coh. I. Lirianthae.
- Ord. 1. Labelliflorae.
- Ord. 2. Liliiflorae.
- Ord. 3. Spadiciflorae.
- Ord. 4. Glumiflorae.

Coh. II. Hydranthae.
- Ord. 1. Alismiflorae.
- Ord. 2. Fluviiflorae.

Coh. III. Centranthae.
- Ord. Centriflorae.

Subcl. II. Dicotyledones.

Coh. I. Dichlamydanthae.

Subcoh. 1. Explanatae.
- Ord. 1. Corolliflorae.
- Ord. 2. Asteriflorae.
- Ord. 3. Campaniflorae.
- Ord. 4. Oleiflorae.
- Ord. 5. Umbelliflorae.
- Ord. 6. Celastriflorae.
- Ord. 7. Primuliflorae.
- Ord. 8. Ericiflorae.
- Ord. 9. Rutiflorae.
- Ord. 10. Cruciflorae.
- Ord. 11. Tiliiflorae.

Subcoh. 2. Cupulatae.
- Ord. 1. Rosiflorae.
- Ord. 2. Lythriflorae.
- Ord. 3. Myrtiflorae.
- Ord. 4. Cirriflorae.

Coh. II. Monochlamydanthae.
- Ord. 1. Daphniflorae.
- Ord. 2. Cytiniflorae.
- Ord. 3. Cactiflorae.
- Ord. 4. Raniflorae.
- Ord. 5. Involucriflorae.
- Ord. 6. Nadiflorae.

Coh. III. Dimorphanthae.
- Ord. 1. Begoniflorae.
- Ord. 2. Euphorbiflorae.
- Ord. 3. Urticiflorae.
- Ord. 4. Claviflorae.
- Ord. 5. Globiflorae.
- Ord. 6. Juliflorae.

Cl. II. Anthospermae.

Coh. Dendroicae.
- Ord. Spermiflorae.

[1] Botanische Jahrbücher für Systematik etc. von A. Engler, IV. B. 5. Heft u. V. B. 1. Heft.

Cl. III. Gynospermae.
Coh. Coniferae.
Ord. 1. Coniflorae.
Ord. 2. Strobiliflorae.
Div. II. Prothallogamae.
Cl. I. et Coh. Heterosporae.
Ord. 1. Rhizocarpariae.
Ord. 2. Phyllocarpariae.
Cl. II. et Coh. Isosporeae.
Ord. 1. Conariae.
Ord. 2. Calamariae.
Ord. 3. Filicariae.
Div. III. Schistogamae.
Cl. et Coh. Puterae.
Ord. Puterae.
Div. IV. Bryogamae.
Cl. et Coh. Muscineae.
Ord. 1. Musci.
Ord. 2. Hepaticae.
Div. V. Gymnogamae.
Cl. I. Thallodeae.
Subcl. I. Tetrasporophorae.
Coh. Tetrasporatae.
Ord. 1. Floridieae.
Ord. 2. Pseudofloridieae.
Subcl. II. Zoosporophorae.
Coh. I. Oosporatae.
Ord. 1. Fucideae.
Ord. 2. Vaucherideae.
Coh. II. Zygosporatae.
Ord. 1. Peronosporideae.
Ord. 2. Zygnemideae.
Ord. 3. Pandorinideae.
Coh. III. Euzoosporatae.
Ord. Ulvideae.
Subcl. III. Conidiophorae.
Coh. I. Angiosporatae.
Ord. 1. Lichenideae.
Ord. 2. Sphaerideae.
Ord. 3. Gymnoascideae.
Coh. II. Gymnosporatae.
Ord. 1. Puccinideae.
Ord. 2. Agaricideae.
Ord. 3. Stilbideae.
Subcl. IV. Schizosporophorae.
Coh. Schizosporatae.
Ord. Nostochideae.
Cl. II. Plasmodieae.
Coh. Plasmodiatae.
Ord. Myxomycetes.

Es möge uns gestattet sein, die Diagnosen einiger der voranstehenden systematischen Begriffe in Kürze zu reproduzieren und etwas spezieller bei den neuen Klassifikationsbegriffen (Schistogamae, Anthospermae etc.) zu verweilen.

Die wesentlichsten morphologischen Charaktere der Phanerogamae sind folgende:

Die Phanerogamae sind trimorph, d. h. jede zu dieser Divisio gehörige Pflanze besteht aus dreierlei verschiedenartigen Individuen, die in bestimmter Ordnung auf einander folgen. Das meist cormoide Individuum hat keine begrenzte Entwickelungsfähigkeit und kann auf ungeschlechtlichem Wege neue Individuen erzeugen. Bald sind diese ihm höchst ähnlich (die gewöhnlichen Zweige), bald sind sie mehr oder weniger verschieden von ihm, jedoch vom gleichen Typus, d. h. cormoid, modifizierte Sprosse (Blütensprosse). Die geschlechtlichen Individuen sind der Pollen und die Samenknospe. Das männliche Individuum ist der Pollen, welcher beim Verstäuben zu vollständiger Individualität gelangt und zu einem thalloiden Pflanzenkörper mit begrenzter Entwickelung wird. Das Oogonium oder der Embryosack, in welchem die Keimbläschen oder die Oosphaeren entstehen, das weibliche Geschlechtsprodukt der Blüte, bleibt stets ein

wesentlicher Teil der Samenknospe und gelangt deshalb nie zur wirklichen Individualität. Vielmehr teilt er seinen Geschlechtscharakter der ganzen Samenknospe, deren integrierender Bestandteil er ist, mit, so dass man also die Samenknospe als die dritte Individuenform, als ein weibliches Individuum mit cormoidem Charakter und begrenzter Entwickelung betrachten kann. Die befruchtete Oosphaere wird zu einem Proembryo, welcher einen oder mehrere Embryonen erzeugt. Diese sind hinwieder die ersten Stadien des gewöhnlichen ungeschlechtlichen Individuums.

Die Prothallogamae sind dimorph. Eine Art der Individuen ist ungeschlechtlich, cormoid, mit unbegrenzter Entwickelung, entspricht somit den ungeschlechtlichen cormoiden Individuen der Phanerogamen. Die geschlechtlichen Individuen sind dem Pollen entsprechende Sporen, welche auf analoge Weise wie der Pollen durch Endogenese von den Sporophyllen erzeugt werden. Wie der Pollen sind sie thalloide Körper mit begrenzter Entwickelung. Doch sind sie von den Pollenindividuen dadurch verschieden, dass sie nicht mehr bloss männliche Individuen repräsentieren, sondern vielmehr bald männlich, bald weiblich, bald androgyn sind. Bei ihrer Entwickelung bilden sie einen Prothallus, der an seiner Oberfläche Antheridien und Archegonien bildet. In jenen entstehen die Phytozoiden (Spermatozoiden); diese enthalten eine Oosphaera, welche nach der Befruchtung sich unmittelbar in den Embryo, das erste Entwickelungsstadium der ungeschlechtlichen Pflanze verwandelt. (*Selaginella* macht eine Ausnahme. Bei ihr entsteht zuerst ein Proembryo, aus welchem erst der Embryo sich entwickelt.)

Die Schistogamae umfassen die Characeen der Autoren, Pflanzen, die bekanntlich schon sehr verschiedene Stellen im pflanzlichen System einnahmen, die man aber gegenwärtig gemeiniglich als eine Klasse des Algentypus auffasst. Caruel hält dafür, dass sie weder dem einen noch andern der gewöhnlichen Pflanzentypen mit Recht zugezählt werden dürften, dass sie vielmehr Repräsentanten eines eigenen Typus darstellen.

Sie sind dimorph und zwar treffen wir männliche und weibliche Individuen; die ungeschlechtlichen fehlen. Die männlichen haben eine unbegrenzte Entwickelung und bilden wurmförmige Phytozoiden im Innern der Antherocysten, schliessen sich darin also den Prothallogamae, ebenso den Bryogamae an, die, wie wir sehen werden, mit den Schistogamae auch durch das Vorhandensein einer geschlechtlichen unbegrenzten Individuenform ausgezeichnet sind. Die weiblichen Individuen sind die Oogemmae, die später zum Samen werden und eine Oosphaera enthalten, aus welcher nach der Befruchtung der sog. Prothallus der Characeen entsteht.

Wie bei den Prothallogamae wechseln auch bei den Bryogamae ungeschlechtliche und geschlechtliche Individuen mit einander ab. Die Bryogamae sind also dimorph. Doch sind hier die ungeschlechtlichen Individuen die in der Entwickelung begrenzten. Sie sind thalloid und bilden an ihrem Gipfel eine Kapsel, in welcher agamisch die Sporen entstehen. Diese entwickeln sich wieder zu einem

thalloiden Körper, dem Protonema, das bald persistiert, bald Zweige treibt, doch von unbegrenzter Entwickelung ist und die Fähigkeit besitzt, in unbegrenzter Folge Reproduktionsorgane zr erzeugen. Diese, die Antheridien und Archegonien, kommen bald auf demselben Individuum, bald auf verschiedenen vor. Die Phytozoen sind wurmförmig. Die befruchtete Oosphaere wird zum Embryo, der das früheste Entwickelungsstadium der ungeschlechtlichen Individuen ist.

Die Gymnogamae sind monomorphe, seltener dimorphe alternierende, sehr selten trimorphe Pflanzen. Die monomorphen können in begrenzten ungeschlechtlichen oder in unbegrenzten geschlechtlichen oder ungeschlechtlichen Formen auftreten. Bei den dimorphen ist die geschlechtliche Form die unbegrenzte; bei den trimorphen die weibliche unbegrenzt, die männliche begrenzt.

Neu ist die Klasseneinteilung der Phanerogamae. Die Systematiker pflegen bekanntlich zwei Subklassen, Gymnospermae und Angiospermae zu unterscheiden. Eine nackte Samenknospe, die Entwickelung des Endosperms schon vor der Befruchtung, die mehrzelligen Pollenkörner und die starke Entwickelung des Proembryo sind die Charaktere der Gymnospermen. Bei den Angiospermen ist die Samenknospe von einem Fruchtknoten umschlossen, das Endosperm entsteht erst nach der Befruchtung, die Pollenkörner sind einzellig. Die Loranthaceae und Viscaceae, die nach der bisher gebräuchlichen Auffassung die Ordnung der Santalinae bildeten, welche wieder unter eine der verschiedenen Reihen der Dikotyledonen, die Monochlamydeae fällt, stimmen durch ihre ganz eigenartige Blütenstruktur nicht vollständig weder mit den Angiospermen noch mit den Gymnospermen. Sie entfernen sich nach Caruel in wesentlichen Merkmalen von den Angiospermen, zu denen sie gewöhnlich gezählt werden, ohne sich wieder dem Begriff Gymnospermae völlig unterzuordnen. Caruel bezeichnet ihre Samenknospe als nackt, weil ihr wesentlicher Teil, der Kern, freiliegt. Ein Fruchtknoten, d. h. ein Körper, welcher die Samenknospe umhüllte, findet sich nicht; diese ist vielmehr die wirkliche Endung des Blütenstieles. Am Gipfel des Kernes sind zwei Kreise appendikulärer Anhänge inseriert, ein innerer Kreis von styli und ein äusserer von staminae. Diese beiden Kreise entsprechen nach Caruel durch ihre Lage den zwei Hüllen des Kernes in der männlichen Blüte von *Welwitschia* Hooker, deren innere Hülle augenscheinlich pistillär, deren äussere staminifer ist. Auch den beiden Hüllen der weiblichen Blüte von *Gnetum Gnemon* Beccari, deren innere noch deutlich genug ihre pistilläre Natur zeigt, deren äussere dagegen allerdings keinen speziellen Charakter mehr hat, sind beide Kreise homolog. In der weiblichen Blüte von *Welwitschia* dagegen haben die beiden Hüllen keine bestimmte Spezialität; namentlich der innere ist auf jenen Zustand reduziert, auf welchem man allgemein die einzige Hülle des Kerns bei den Koniferen trifft. In dem Kern der Loranthaceen und Viscaceen liegt das Oogonium in der Tiefe, wie bei den Gymnospermen. Der Pollen ist aber einzellig, das Gynaeceum besitzt ein Stigma, das Endosperm bildet sich nach der Befruchtung. Es sind das Charaktere, welche auf die Verwandtschaft der Gruppe mit den Angiospermen hinweisen.

Auf diese Beobachtungen sich stützend, teilt Caruel die Phanerogamae ein in 1) Angiospermae, 2) Anthospermae und 3) Gynospermae, mit welch letzterem Namen auf die Schwierigkeit der Unterscheidung zwischen Samenknospen und Gynaeceum bei den bislang Gymnospermae genannten Pflanzen hingewiesen werden soll.

Caruel berührt auch die Frage der gegenseitigen Stellung der beiden Unterklassen der Angiospermae, der Dikotyledonen und Monokotyledonen. Er polemisiert gegen die allgemein gebräuchliche Überordnung der erstern über die letztern, die auf der Ansicht beruht, es seien die Dikotyledonen höher organisierte Pflanzen als die Monokotyledonen. Diese Ansicht erklärt Caruel, und wohl mit Recht, als eine haltlose. Denn der Umstand, dass die Embryonen der erstern zwei, die der letztern nur ein Keimblatt besitzen, spricht doch in keiner Weise weder für eine höhere, noch für eine niedrigere Organisation. Höhere Organisation verrät scheinbar die Struktur der Blüte, in welcher die grössere Komplikation als Resultat der Vermehrung unähnlicher Teile auf kosten ähnlicher Teile, die also vermindert wurden, erscheint. Sie ist aber nicht, wie z. B. DeCandolle sich dachte, das Resultat der Vermehrung ähnlicher Teile. Beide Unterklassen fasst Caruel als zwei parallele Reihen auf. In jeder von ihnen lassen sich die einfachsten Blütentypen bis zu den kompliziertesten verfolgen, so dass man wirklich in Verlegenheit kommen kann, wenn man die kompliziertesten Blütentypen beider Unterklassen, z. B. eine Orchidaceen- und eine Stylidiaceenblüte, mit einander vergleicht, welche von beiden man als die kompliziertere erklären will. Anderseits weisen wohl die Monokotyledonen kaum so einfache Typen auf wie die zu den Dikotyledonen gehörigen Myriaceae oder Betulaceae.

Die Klassifikation der II. und IV. Division stimmt im wesentlichen mit der gebräuchlichen Systematik überein. Die III. Division, die nur eine Familie (Characeae) umfasst, ist in der Cl. Coh. und Ord.-nomenclatur Puterae genannt worden, das ist nach Caruel der latinisierte toskanische Name der hierhergehörigen Pflanzen.

Neu ist wieder die Divisio Gymnogamae. Diese Abteilung deckt sich mit dem Begriff Thallophyten. Diese werden bekanntlich in die beiden Klassen Algen und Pilze (inkl. Lichenes) geteilt, eine Einteilung, die im wesentlichen auf dem Vorhandensein oder Fehlen des Chlorophylls basiert. Eine Gruppe, die »Moneren« des Pflanzenreiches, die in vielfacher Beziehung interessanten Myxomyceten, wird von Caruel mit vollem Recht nicht einfach als ein Appendix der Pilze aufgefasst. Ihr Vegetativkörper, das Plasmodium, ist von einem wirklichen Thallus, unter dem wir uns einen bestimmt geformten, seiner Struktur nach zellulären Pflanzenkörper vorstellen, so verschieden, dass die Trennung der Gymnogamae in zwei Klassen, in Plasmodieae (synonym mit Myxomycetes, die Caruel als Ordnungsnamen verwertet) und Thallodeae (die übrigen Thallophyten) natürlich erscheint.

Die in unserer systematischen Übersicht berührte Einteilung der Thallodeae gründet sich in der Hauptsache auf die Verschieden-

heit ihrer Reproduktionsorgane. Die Subklassen Tetrasporophorae und Zoosporophorae sind dem bisherigen Begriff Algae gleichwertig. Die Conidiophorae decken sich mit den Pilzen inkl. Lichenes, exkl. Myxomyceten. Dr. Robert Keller.

Litteratur und Kritik.

Fossile Pferde aus deutschen Diluvialablagerungen und ihre Beziehungen zu den lebenden Pferden. Ein Beitrag zur Geschichte des Hauspferdes von Dr. A. Nehring. Berlin, Paul Parey. 1884. 160 S. gr. 8°. 5 Taf. Preis 4 Mark. (S.-A. aus d. Landwirtsch. Jahrbüchern 1884.)

Bei der hohen Bedeutung, welche die fossilen Pferde für die Entwickelungstheorie namentlich durch die amerikanischen Forschungen erhalten haben, müssen dem Zoologen nicht minder als dem Paläontologen auch die Studien über die fossilen Pferde jüngerer geologischer Schichten stets willkommen sein, zumal wenn sie auf so exakter Basis aufbauen wie die vorliegenden von Nehring.

Die Equiden, die Nehring besonders berücksichtigte, stammen aus den Berglingschen Gipsbrüchen bei Westeregeln zwischen Magdeburg und Halberstadt. Hier fanden sie sich namentlich in den mittleren Lagen zugleich mit *Alactaga jaculus*, der heute noch in den Steppen Südeuropas und Asiens vorkommenden Springmaus, *Spermophilus rufescens*, dem Steppenziesel, *Arctomys bobac*, dem Steppenmurmeltiere Russlands, *Lagomys pusillus*, dem Pfeifhasen. In den tiefern Lagen fanden sie sich neben den Resten von Mammut, *Rhinoceros tichorhinus*, Rentier, Hyäne, Wolf etc. Eine zweite Fundstätte ist im Diluvium des Gipsbruches von Thiede bei Wolfenbüttel. Auch hier wurden die Equidenreste von Überresten der genannten Tiere begleitet. Auch die Lindenthaler Hyänenhöhle bei Gera lieferte nicht nur ein zahlreiches, sondern auch ein schönes Material. Von besonderem Werte wurde für die Untersuchung ein ziemlich vollständiges Skelett einer etwa zehnjährigen Stute, das sich neben Resten von Mammut, Rhinozeros, Moschusochs, *Bos priscus*, mehreren Hirschen und Murmeltieren fand.

Die Equiden waren im Diluvium Mittel- und Norddeutschlands durch zwei Arten, *Equus caballus foss.* und *E. hemionus*, den Halbesel oder Dschiggetai, der allerdings im Vergleich zum eigentlichen Pferde selten vorkam, vertreten. —

Die Untersuchung stellt sich wesentlich die Aufgabe, die Beziehung des diluvialen *E. caballus* zu den heutigen Pferden festzustellen. Auf Grund seiner Vergleichungen kommt Nehring zu dem Schluss, dass »das aus Nord- und Mitteldeutschland bekannt gewordene diluviale Pferd ein mittelgrosses, schweres Pferd war, welches dem schweren »occidentalen«

Typus Franck's, resp. dem *E. caballus germanicus* Sanson's, so nahe steht, dass wir es als den direkten Vorfahren dieser Rasse betrachten dürfen.«

Von allgemeinem Interesse und für die Beurteilung der genetischen Stellung besonders wichtig ist, »dass die Griffelbeine des diluvialen Pferdes von Westeregeln, Thiede und andern Fundorten durchweg stärker und länger entwickelt sind, als dies bei unserm Hauspferde der Fall zu sein pflegt.« Mit einer Ausnahme sind die Griffelbeine nicht mit dem Metatarsus medius verwachsen. Dieses bisher besonders hoch geschätzte Unterscheidungsmerkmal diluvialer und rezenter Equiden wird allerdings nach einer Zusammenstellung von Nehring ziemlich hinfällig, da auch bei den lebenden Pferden die Griffelknochen häufiger nicht verwachsen als verwachsen sind, insbesondere bleibt das äussere Griffelbein stets frei und die Verwachsungen des inneren betreffen viel häufiger das des Metakarpus als des Metatarsus, was gegenüber der Beobachtung v. Ihering's an brasilianischen polydaktylen Pferden (s. Kosmos 1884, I. S. 99) und der dort citierten Ansicht Hensel's nicht ohne Interesse ist.

In bezug auf das Verhältnis von Ulna und Radius schreibt Nehring: »An den mir vorliegenden Exemplaren des Unterarms kann ich keine stärkere Ausbildung der Ulna in ihrem mittleren und unteren Teil erkennen als bei den lebenden Pferden«, wo sie bekanntlich im unteren Drittel meistens verkümmert und nur selten, aber doch keineswegs so ausnahmslos, wie man gewöhnlich annimmt, als zusammenhängender, durchlaufender Knochen erscheint.

Was wir hier kurz als einige allgemeiner interessierende Resultate der Untersuchung angedeutet haben, ist nur ein kleiner Teil der Schlüsse, die sich an Hand der zahlreichen Tabellen ziehen lassen, welche die sorgfältigen Messungen aller Skelettteile und deren Vergleichung mit verschiedenen Rassen lebender Pferde enthalten, Messungen, welche die Abhandlung sehr wertvoll und Zoologen und Paläontologen empfehlenswert erscheinen lassen. R. K.

Anmerkung d. Redaktion. Im Anschluss an vorstehendes glauben wir noch auf folgende Partien der schönen Nehringschen Arbeit eingehen zu sollen. Was die Grösse und das Äussere unseres Diluvialpferdes betrifft, so kommt Verf. durch genaue Vergleichung der verschiedensten Masse zu dem Ergebnis, dass dasselbe »eine Widerristhöhe gehabt hat, welche etwa die Mitte hält zwischen derjenigen unserer grössten und kleinsten Rassen. Es war also ein mittelgrosses, untersetztes, dickknochiges Pferd, das vollständig die Statur unserer schweren Pferde geringerer Grösse gehabt haben dürfte, jener sog. gemeinen Pferde, welche bei uns jetzt immer mehr verdrängt werden.« Ihm gegenüber erscheint das französische Diluvialpferd (von Solutré) kleiner und zierlicher, und dasselbe gilt für das süddeutsche von Schussenried, das ausserdem mehr eselartigen Typus zeigt, während das von Nussdorf bei Wien grösser war als das unserige. Hinsichtlich seiner Behaarung lässt sich natürlich nur vermuten, dass dieselbe entsprechend dem rauhen Klima eine verhältnismässig lange und dichte gewesen sei, was aber ganz mit den bildlichen Darstellungen übereinstimmt, die uns aus so manchen

Knochenhöhlen erhalten sind: diese führen uns ein zumal am Kinn und der Kehle lang behaartes Tier vor Augen; die Mähne steht aufrecht, der Schwanz erscheint ziemlich lang und nicht sehr stark behaart. Die Ohren sind, auf den Bildern von Thayingen wenigstens, verhältnismässig kurz, der Leib schwer und gedrungen; die Beine sind, entsprechend den am gleichen Orte gefundenen Knochen, zierlicher, als sie beim norddeutschen Diluvialpferd gewesen sein müssen.

Dass die Pferde von Thiede und Westeregeln echte Steppentiere waren und inmitten einer ausgeprägten Steppenfauna und -flora lebten, hat Verf. in früheren Arbeiten zur Genüge nachgewiesen. Sein Hauptfeind war schon damals der Mensch, welcher sich in Mittel- und Westdeutschland ganz wesentlich von der Pferdejagd genährt zu haben scheint. In der Nähe seiner festen Wohnplätze (Höhlen, Grotten) verwertete er auch die Knochen, Zähne, Sehnen, Haare und Häute; auf blossen Jagdstationen aber, zu denen auch die genannten Fundstätten gehörten, blieben die Knochen mit Ausnahme der Gehirnkapsel meist unversehrt, was ihren guten Erhaltungszustand erklärt. Schon damals werden jedoch auch vereinzelte Anfänge in der Zähmung des einheimischen wilden Pferdes gemacht worden sein, wie sich denn in der That die Reste dieses schweren »occidentalen« Pferdes durch die alluvialen Ablagerungen bis zur Gegenwart hinauf nachweisen lassen. Jedenfalls sind unsere früheren gemeinen Pferderassen nicht, wie noch so vielfach behauptet wird (auch von V. Hehn), aus Asien importiert worden, denn Asien hat noch keine Fossilreste von schweren Pferden geliefert; erst viel später, vielleicht in der Bronzezeit, gelangten die ersten Sprösslinge der in Asien wahrscheinlich seit uralter Zeit in Pflege genommenen zierlicheren Form nach Mitteleuropa. Dass es übrigens hier schon in der »Steppenzeit« verschiedene Lokalrassen gab, beweisen die oben erwähnten Formen von Schussenried und Nussdorf sowie von Solutré deutlich genug. — Wir müssen es uns versagen, endlich auch noch auf die vom Verf. gleichfalls erörterte Frage einzugehen, wie lange das wilde Pferd in Europa sich erhalten und ob und wo vielleicht in Zentralasien noch Nachkommen desselben existieren. Sicherlich wird jeder, der sich für die Geschichte der Haustiere und der so innig mit derselben zusammenhängenden menschlichen Kultur interessiert, die Bemerkungen Nehring's hierüber mit Vergnügen und Anerkennung lesen.

Elemente der Paläontologie (Paläozoologie) von Dr. R. Hörnes. Leipzig 1884.

Die Anzahl der neueren paläontologischen Arbeiten, in welchen auf die Deszendenzlehre Rücksicht genommen wird, mehrt sich von Jahr zu Jahr. Die soeben erschienenen »Elemente der Paläozoologie« von Hörnes schliessen sich ihnen an. Der Verf. bezeichnet als Aufgabe der Zoopaläontologie als einer selbständigen Wissenschaft, die »Stammesverwandtschaft der rezenten und fossilen Formen durch Untersuchung der letzteren mit Zugrundelegung der Erfahrungen über die heute lebende Tierwelt in vergleichend anatomischer und embryologischer Hinsicht klar

zu legen«, und sagt in dem Vorwort: »Dass die Deszendenzlehre von dem Verfasser als Ausgangspunkt aller Betrachtungen genommen wurde, wird man ihm heute wohl kaum mehr verübeln. Morphologie, Dimorphismus und Polymorphismus, Mimicry, die Kenntnis der rudimentären Organe, Entwickelungsgeschichte, geographische Verbreitung haben ebenso viele Beweismittel für die Deszendenzlehre ergeben, als die Ergebnisse der paläontologischen Forschung.«

Dem Geologen ist nur zu bekannt, wie oft ein anscheinender Widerspruch zwischen Thatsache und Theorie konstatiert werden muss; am schärfsten wurde er durch Barrande zwischen der »paläontologischen Theorie« und der Zusammensetzung der »Primordial-Fauna« betont, insofern er zeigte, dass in den tiefsten überhaupt Versteinerungen führenden Schichten höher organisierte Formen (Trilobiten) auftreten, während erst in den höheren Etagen der Silurformation Reste von niedriger stehenden Organismen (Korallen, Pelecypoden u. s. w.) in grösserer Zahl sich finden, eine Thatsache, die von niemand bestritten werden kann. Doch wie weiss Hörnes das Rätsel zu lösen? Er betont, dass nur die Berücksichtigung der chorologischen Verhältnisse der Vorwelt (Chorologie = Lehre von der räumlichen Verbreitung der Organismen) uns das Verständnis für das lückenhafte geologische Geschichtsbuch, welches die Schichten der Erde darstellen, zu erschliessen vermöge, da die Lückenhaftigkeit der paläontologischen Überlieferung und die Diskontinuität der geologischen Urkunden nur auf der vielfachen chorologischen Verschiedenheit der Sedimente bestehe, welche notwendigerweise mit einer entsprechenden Verschiedenheit der Organismen, deren Reste in den betreffenden Schichten eingeschlossen wurden, Hand in Hand gehe.

Fast alle Formationsgrenzen und selbst alle kleineren Unterabteilungen, welche die historische Geologie gemacht hat, liessen sich hauptsächlich auf Verschiebungen in den chorologischen Verhältnissen zurückführen, welche lokal, aber auch nur lokal, eine durchgreifende Änderung der organischen Welt herbeigeführt haben. Was nun die Primordialstufe Barrande's anbetrifft, so sei hervorzuheben, dass alle ihre organischen Reste, sowie die der kambrischen Schichten einer Facies angehören, welche des petrographischen Charakters wegen der Erhaltung der Reste noch ziemlich günstig war. Die vorhandenen Einschlüsse von Organismen deuteten auf eine Facies, welche in der Tiefsee zu Hause sei, was bestätige, dass ein Teil der Trilobiten verkümmerte Augen zeige, ganz so wie es die in letzter Zeit in der heutigen Tiefsee aufgefundenen höher stehenden blinden Krustaceen bekundeten. Und Formen mit rückgebildeten Organen könnten unmöglich als ursprüngliche betrachtet werden, sondern müssten von Seichtwasserformen mit entwickelten Augen abstammen, mithin hätten wir die sogenannte Primordialfauna als eine jüngere und derivierte, an die eigentümlichen Verhältnisse der Tiefsee angepasste aufzufassen. In den ältesten Seichtwasserbildungen hätte man sich somit nach den Resten der ersten Organismen umzusehen, die aber bei der hochgradigen Umwandlung, welche die älteren Kalksteine erlitten, gründlich vertilgt worden seien. Übrigens enthielten die Silurablagerungen Böhmens mehr als einen Beweis für die Deszendenzlehre.

Weiterhin betont der Verf., dass die Paläontologie mit dem Linnéschen Speziesbegriff definitiv gebrochen habe und dass die Systematik im Lichte der Deszendenzlehre lediglich als der Ausdruck der genetischen Stammesverwandtschaft der einzelnen Formen erscheine, weshalb auch heute der Paläontologe gezwungen sei, den unmittelbaren genetischen Zusammenhang einzelner Formen auch im Namen auszudrücken. Dieser Notwendigkeit habe der geologische Kongress in Bologna Rechnung getragen, indem er in den Regeln für die paläontologische Nomenklatur den Speziesbegriff dahin erweiterte, dass eine Art mehrere Modifikationen umfassen könne, welche in der Zeit (»Mutation«) oder im Raum (»Varietät«) zusammenhängen könnten, wodurch eine trinome Bezeichnung entstehe, die heute freilich nur in sehr wenigen Fällen angewendet werden könne, da nur in sehr wenigen Fällen das Material hierfür gesammelt sei.

Die heute von den Zoologen unterschiedenen grossen Gruppen oder Typen des Tierreichs sind ihm für die ideale, auf der Erforschung des genetischen Zusammenhangs beruhende Systematik von zweifelhaftem Werte, sie dienten, wie er ausdrücklich erklärt, uns vorläufig nur dazu, das Material zu ordnen, und würden vielleicht später besser gebildeten Abteilungen Platz machen müssen.

Dies zur Charakterisierung der Stellung, die der Verf. in seinem Werke der Deszendenzlehre gegenüber einnimmt. Dasselbe ist für Studierende an den deutschen Hochschulen bestimmt und bietet auf 500 mit 672 instruktiven und guten Holzschnitten versehenen Seiten in gedrängter Kürze eine treffliche Auswahl aus dem ungeheuer angeschwollenen paläontologischen Materiale, das Tag für Tag weitere Vermehrung erfährt. Bezüglich der Einzelheiten müssen wir auf das treffliche Buch, das sicher vielen Beifall ernten wird, selbst verweisen.

Dresden. H. Engelhardt.

Eine sehr beachtenswerte neue Erscheinung, die auch hier erwähnt zu werden verdient, ist die »Internationale Zeitschrift für Allgemeine Sprachwissenschaft«, herausgegeben von Dr. F. Techmer in Leipzig (Verlag von J. A. Barth), deren erstes Heft uns vorliegt. Eine Übersicht seines reichen mannigfaltigen Inhalts gewährt besser als lange Auseinandersetzungen eine adäquate Vorstellung von dem, was die Zeitschrift anstrebt, und von der Notwendigkeit, beim gegenwärtigen Stande der Sprachwissenschaft ein solches wahrhaft und im schönsten Sinne internationales Organ für die internationalste aller Wissenschaften zu haben. Nach einigen dem Andenken des Begründers der Sprachvergleichung, Wilhelm von Humboldt's gewidmeten Seiten folgt das Programm des Herausgebers, das zugleich über die Entstehungsgeschichte seines Unternehmens sowie über Inhalt und Umfang des darin zu behandelnden Gebiets Aufschluss gibt. — Zunächst wird die naturwissenschaftliche Seite betont, welche auch die Beziehungen zur Anthropologie knüpft, und zwar handelt es sich hier 1) um die akustischen Ausdrucksbewegungen, die Phonetik, welche auf Physik, Anatomie, Physiologie

und Pathologie des gesamten Sprachorgans und Ohres eingeht, auch den Artikulationswandel und die Lautgesetze physiologisch zu erklären sucht; 2) um die optischen Ausdrucksbewegungen, die Graphik, insbesondere um Gebärdensprache und Schrift, und 3) um das gegenseitige Verhalten der beiderlei Ausdrucksmittel zu einander, um die Methodik, die Verbindung von Laut und Schrift u. s. w. Dazu kommen ferner die psychologische und die historische Seite der Aufgabe, jede für sich ebenso umfangreich wie die naturwissenschaftliche; jene, die Psychik, hat insbesondere die psychologischen Vorbedingungen und Entwickelungsgesetze von Artikulation, Laut, Wurzel, Wort und Satz, die Historik dagegen die phylogenetische sowohl als die ontogenetische Entwickelung der Sprache zu erforschen. Welch eine Fülle interessantester Probleme thut sich hier auf, in welch unmittelbare Beziehung tritt die so erweiterte Sprachwissenschaft zur biologischen Forschung, zur Physiologie und Psychologie! Wir halten es schon deshalb für unsere Pflicht, der wir mit Freuden nachkommen, unsere Leser nachdrücklich auf diese in so würdiger Form zum Ausdruck kommenden Bestrebungen aufmerksam zu machen und sie auch in Zukunft vom Fortgange des glänzend begonnenen Unternehmens in Kenntnis zu setzen.

Die Reihe der eigentlichen Abhandlungen dieses Heftes eröffnet der Nestor der deutschen Sprachforscher, A. F. Pott in Halle, mit einer geistreich geschriebenen »Einleitung in die allgemeine Sprachwissenschaft«, welche zugleich unter Anführung der betreffenden Litteratur eine gedrängte Übersicht über ihre bisherigen Ergebnisse bietet, während die Zeitschrift selbst nun in Originalarbeiten, Auszügen, Besprechungen, Bibliographien die zukünftige Entwickelung der Sprachforschung darzustellen strebt. — Der Herausgeber gibt auf 124 Seiten eine »Naturwissenschaftliche Analyse und Synthese der hörbaren Sprache«, im wesentlichen eine für allgemeineres Verständnis berechnete Zusammenfassung der Resultate seines 1880 erschienenen grossen Werkes über Phonetik, jedoch mit zahlreichen Ergänzungen und trefflich erläutert durch eine Menge Holzschnitte und Tabellen und 7 grosse Tafeln. Von grosser praktischer Bedeutung sind des Herausgebers Vorschläge zur möglichst einheitlichen Transskription der Sprachteile mittels der lateinischen Kursivschrift. Es folgen sodann: G. Mallery in Washington: »Sign Language« mit einem »Scheme of Illustration« und »Notable points for further researches«; Friedrich Müller in Wien: »Sind die Lautgesetze Naturgesetze?« — eine Frage, welche auf Schleicher's Ansicht von der Sprache als einem Naturorganismus und der Sprachwissenschaft als einer Naturwissenschaft zurückgeht, die der Verfasser in Übereinstimmung mit Whitney widerlegt zu haben glaubt; dann ein kleiner Beitrag zur vergleichenden Mythologie auf Grundlage der Etymologie der Götternamen von Max Müller in Oxford: »Zephyros und Gâhusha«; L. Adam in Nancy: »De la catégorie du genre«; A. H. Sayce in Oxford: »The person-endings of the indo-european verb«, und endlich eine auch für den Anthropologen und Ethnologen hochinteressante eingehende Untersuchung von K. Brugmann in Leipzig: »Zur Frage nach den Verwandtschaftsverhältnissen der indogermanischen Sprachen«, die sich einstweilen noch auf einen sehr skeptischen Standpunkt stellt, von

der rüstig fortschreitenden Wissenschaft aber die wertvollsten Aufschlüsse erhofft.

Es wäre höchst unbillig, zum Schlusse nicht auch der ganz vorzüglichen Ausstattung der Zeitschrift in jeder Hinsicht rühmend zu gedenken. Papier und Druck sind geradezu elegant zu nennen. Es soll jährlich ein Band, bestehend aus zwei Heften von je ca. 15 Bogen Roy. 8^0, zum Abonnementspreis von 12 Mk. ausgegeben und darin zugleich jedesmal das Bild eines der Hauptvertreter der Sprachwissenschaft geboten werden. Das vorliegende Heft ist mit einem trefflichen Kupferstich, das Denkmal W. v. Humboldt's in Berlin darstellend, geschmückt. Die so bestimmt sich dokumentierende Opferwilligkeit des Verlegers wird gewiss nicht wenig dazu beitragen, der Zeitschrift einen durchschlagenden Erfolg zu sichern, den sie vollauf verdient und den auch wir derselben von ganzem Herzen wünschen. V.

Anfrage,

Chr. K. Sprengel betreffend.

Professor H. A. Hagen in Cambridge, Mass., hat vor kurzem die für viele gewiss überraschende Behauptung aufgestellt, in Deutschland seien Chr. K. Sprengel's Entdeckungen jedem Naturforscher während dieses ganzen Jahrhunderts wohlbekannt gewesen. Sicherlich seien diese Thatsachen zwischen 1830 und 1840 auf jeder preussischen Universität als wohlbekannte Thatsachen von höchster Wichtigkeit gelehrt worden und natürlich jedem Studenten bekannt gewesen*.

Da die Studenten der dreissiger Jahre wohl schon zum grossen Teile aus unserer Mitte geschieden sind, wäre es jetzt höchste Zeit, zu ermitteln, in wie weit Hagen's mit so zuversichtlicher Bestimmtheit ausgesprochene Behauptung richtig ist, und ich möchte hiermit alle, die darüber Auskunft zu geben vermögen, auffordern, es zu thun. Es handelt sich um Feststellung einer für die Geschichte der Pflanzenkunde nicht unwichtigen Thatsache.

Für das Jahrzehnt von 1840 bis 1850, während dessen ich selbst und mein Bruder Hermann Studenten waren, trifft Hagen's Behauptung nicht zu; in den botanischen und zoologischen Vorlesungen, die wir in Berlin, Greifswald und Halle gehört, ist niemals von Sprengel, seinen Entdeckungen und seiner Blumentheorie die Rede gewesen. Ich habe Grund zu vermuten und hoffe in kurzem Beweise dafür bringen zu können, dass es in Königsberg, dem damaligen Wohnorte Hagen's nicht anders war.

Blumenau, Prov. Sta. Catharina (Brasilien), 31./3. 1884.

Fritz Müller.

* Nature, Vol. XXIX pag. 29 vom 8. November 1883.

Ausgegeben den 5. Mai 1884.

Die Veränderungen des Selbstbewusstseins.

Von

Prof. Dr. **A. Herzen** (Lausanne).

In einer vor fünf Jahren veröffentlichten Abhandlung[1] habe ich über die Beziehungen zwischen Bewusstsein und Nerventhätigkeit eine Theorie aufgestellt, welche sich auf bekannte Thatsachen und folgende Erwägungen stützt:

1) Das Nervengewebe bietet keine Ausnahme von dem allgemeinen biologischen Gesetze dar, dass während des Lebens jede Periode der Thätigkeit zugleich eine Periode der Desorganisation ist, worauf sofortige Wiederherstellung des früheren Zustandes folgt — ohne diese würde ja das Leben zum Tode führen —; die Nervenelemente desintegrieren (zersetzen) sich, indem sie ihre Funktion ausüben, und reintegrieren sich (bauen sich wieder auf) unmittelbar danach. Es zerfällt also eigentlich jede Nerventhätigkeit in zwei Abschnitte, einen Abschnitt der Zersetzung und einen des Wiederaufbaues. Nun lehrt aber die Beobachtung, dass das Bewusstsein immer nur den ersten dieser beiden Abschnitte begleitet; es ist daher an die funktionelle Zersetzung der Nervenelemente geknüpft.

2) Die Beobachtung lehrt ferner, dass die gewohntesten, die am meisten automatischen Handlungen, diejenigen, welche uns am wenigsten ermüden und sich mit dem geringsten Masse funktioneller Zersetzung vollziehen, stets die am wenigsten bewussten, die ungewohnten Handlungen dagegen, diejenigen, welche uns am meisten ermüden und die grösste Menge Zersetzungsprodukte liefern, zugleich die am meisten bewussten sind. Wir sehen demnach, dass die Lebhaftigkeit des Bewusstseins in geradem Verhältnis steht zur Lebhaftigkeit der funktionellen Zersetzung der thätigen Nervenelemente.

3) Endlich lehrt die Beobachtung noch, dass ein ganz besonders auszeichnendes Merkmal der gewohntesten, automatischen, halb- oder ganz unbewussten Handlungen in ihrer verhältnismässig sehr

[1] In „Atti della Regia Accademia dei Lincei", Roma 1879. Dieselbe Arbeit erscheint soeben, durchgesehen und vervollständigt, im „Journal of Mental Science", London.

schnellen Fortleitung durch die Nervenzentren hindurch besteht. Jedermann weiss, dass die »Reaktionszeit« durch Übung bedeutend verkürzt werden kann und dass wir fortwährend eine Menge von Handlungen verrichten, ohne uns ihrer Ausführung bewusst zu werden (beim Gehen z. B.). Demzufolge scheint also die Lebhaftigkeit des Bewusstseins in umgekehrtem Verhältnis zur Schnelligkeit und Leichtigkeit der zentralen Fortleitung zu stehen.

Wenn wir nun diese drei partiellen Schlüsse in einen gemeinschaftlichen Ausdruck zusammenfassen, so erhalten wir das von mir so genannte »physische Gesetz des Bewusstseins«:

»Das Bewusstsein ist ausschliesslich an die Zersetzung der zentralen Nervenelemente geknüpft; seine Lebhaftigkeit steht in geradem Verhältnis zu dieser Zersetzung und zugleich in umgekehrtem Verhältnis zu der Leichtigkeit, mit welcher jedes dieser Elemente auf andere die Zersetzung überträgt, die sich seiner bemächtigt hat, und mit welcher es in die Phase des Wiederaufbaues übergeht.«

Das Selbstbewusstsein (Bewusstsein des Ich) ist nun aber bloss ein besonderer Fall des Bewusstseins im allgemeinen und muss folgerichtig denselben Gesetzen unterworfen sein, d. h. es muss auftreten oder fehlen, je nachdem die zentralen Elemente, welche zu seiner Erzeugung mitwirken, sich zu zersetzen im Begriffe sind oder nicht, und es muss Veränderungen erleiden, wenn die Art der Thätigkeit dieser Elemente sich ändert. Dies zeigt sich unzweideutig in den extremen Fällen von Geisteskrankheit, viel weniger jedoch im Normalzustande und in jenen dazwischen liegenden Zuständen, welche auf leichten, vorübergehenden, periodisch wiederkehrenden oder dauernden Geistesstörungen beruhen. Mit diesem Teil des Gegenstandes möchte ich mich im folgenden beschäftigen.

Wir haben keinerlei Bewusstsein von unserer Identität mit jenem armseligen kleinen Wesen, das wir bei unserer Geburt waren. Das Gefühl, die Fortsetzung desselben Individuums zu sein, tritt erst viel später mit der ersten klaren und dauernden Erinnerung an einen bestimmt wahrgenommenen Bewusstseinszustand hervor und zwar zu einer Zeit, die bei jedem einzelnen eine andere ist. Wir bestreiten dem Neugebornen nicht etwa das Bewusstsein überhaupt, wohl aber das Selbstbewusstsein. Es ist ganz selbstverständlich, dass er Empfindungen hat, allein ebenso unverkennbar ist es, dass er dieselben nicht lokalisiert. Er könnte dies auch nicht, da es hierzu des Zusammenwirkens mehrerer Sinne bedarf, was erst als Folge einer bestimmten Gruppierung von Verhältnissen zu stande kommt, die bei ihm noch gar nicht eintreten kann. Ohne Zweifel werden die Empfindungen, welche von zwei verschiedenen Stellen des Körpers stammen, auch beim Neugebornen jede ihren besonderen Charakter besitzen; allein um dieselben unterscheiden zu lernen, um sie einem bestimmten Punkte im Gegensatz zu anderen zuschreiben und vor allem ihren Ursprung auf äussere Dinge beziehen zu lernen, ist durchaus eine lange Erfahrung nötig. Die häufige Wiederholung dieser Empfindungen muss erst ihre subjektive, mit dem Bilde des Körperteils, von welchem sie herstammen, oder der äusseren Dinge, von welchen sie erzeugt werden, innig verknüpfte Reproduktion ermöglichen. Nur ganz all-

mählich kommt daher das Kind soweit, sich eine immer vollständigere Kenntnis der Topographie seines eigenen Körpers zu erwerben und die einzelnen Teile desselben von einander und von den Objekten, die nicht zu ihm gehören, unterscheiden zu lernen. Da nun alle Teile unseres Körpers durch die Nervenzentren mit einander in Verbindung stehen, da ferner diese letzteren jedesmal das Bild von mehreren Körperteilen oder sogar von ihrer Gesamtheit subjektiv reproduzieren, sobald auch nur einer derselben gereizt wird, und da endlich unter allen Reproduktionen gerade diese notwendig weitaus am häufigsten vorkommt — so nimmt das Ich die Gewohnheit an, sich als ein Individuum, als ein Ganzes, als ein Eines und Unteilbares zu betrachten und sich als solches in Gegensatz zum Nicht-Ich zu stellen. Von da an hat der Mensch das Bewusstsein seines Ich; allein dies ist ein Bewusstsein von sehr kurzer Dauer: um auch das Gefühl von der Kontinuität dieses Ich erlangen zu können, muss das Gedächtnis schon einen hohen Grad der Ausbildung erreicht haben, was erst nach längerer Zeit der Fall sein kann. Das Gedächtnis also ist der Eckstein dieses Gebäudes der Persönlichkeit. Nun handelt es sich darum, zu wissen, bis zu welchem Grade dies Gebäude, wenn es einmal aufgerichtet ist, wirkliche oder nur scheinbare oder gar imaginäre Einheit besitzt. Nach der landläufigen Ansicht begleitet das Bewusstsein des Ich beständig alle unsere Gedanken und Handlungen und wird es nur selten während des traumlosen Schlafes oder während einer Ohnmacht unterbrochen; aber die aufmerksame Beobachtung unserer selbst bestätigt diese Ansicht keineswegs. Ein heftiger physischer oder moralischer Eindruck nimmt uns so vollständig in Anspruch, bemächtigt sich so sehr aller empfindenden Elemente, dass neue Eindrücke, welche in jedem anderen Augenblick unsere Aufmerksamkeit erregt haben würden, unbemerkt vorübergehen; unser Sensorium schenkt den neuen Bildern, die sich darbieten, kein Gehör mehr, das ganze Bewusstsein wird von dem vorherrschenden Gedanken in solchem Grade eingenommen, dass neben demselben kein Platz mehr für einen andern bleibt, nicht einmal für das Subjekt, welches demselben unterworfen ist. Während dieser Zeit ist also das Bewusstsein unseres Ich unterbrochen. Allerdings erinnern wir uns später, dass wir es sind, welche diesen Eindruck gehabt haben: wir treten aus einer Art Traum ohne Schlaf hervor; wir stehen dann eben nicht mehr unter der Herrschaft des Eindrucks, der uns in Anspruch nahm; dieser ist vorüber. Es genügt übrigens, uns die Erinnerung daran lebhaft zurückzurufen, damit er von neuem das ganze Bewusstsein ergreife und wir abermals unsere ganze Subjektivität verlieren, indem wir uns, soweit es das Bewusstsein betrifft, in etwas Unpersönliches verwandeln. Wenn man darauf achtet, wird man sich leicht überzeugen, dass dies jedesmal geschieht, so oft wir über irgend etwas tief nachdenken; so oft der Denker die logische Entwickelung seiner Gedanken intensiv verfolgt; so oft die Einbildungskraft des Dichters oder Künstlers sich ganz dem Drange des Schaffens hingibt: dann verschwindet die Persönlichkeit; das Bewusstsein ist nicht mehr unser, es wird von dem Gegenstande des Gedankens gänzlich eingenommen; der Denker wird zum Gedanken und es ist kein Ich mehr vorhanden. Dasselbe geschieht je-

doch nicht bloss in diesen extremen Fällen, sondern auch in jedem Augenblicke unseres täglichen Lebens, wenn z. B. materielle Schwierigkeiten zu überwinden sind, welche sich der Kundgebung unseres Gedankens entgegensetzen: wenn wir ihn etwa niederschreiben oder erst den Bleistift spitzen müssen, um ihn zu Papier bringen zu können. Dann begleitet unser Selbstbewusstsein nicht mehr ununterbrochen die Gedanken, welche einander folgen, oder vielmehr, dasselbe wird unvollständig, partiell. Je nachdem wir uns z. B. vorstellen, mit einer wissenschaftlichen Untersuchung oder mit unserer Toilette beschäftigt zu sein, wird der Inhalt unseres Bewusstseins ein anderer sein. Derselbe wird bald durch das Bild unseres gesamten Körpers gebildet, der in sitzender Stellung über ein Buch gebeugt ist; bald durch das des Fusses, welcher bestrebt ist, sich in ein neues Schuhwerk zu pressen, und der Hände, welche daran zerren; und diese Zerlegung des Ich wird um so vollständiger sein, je stärker die Aufmerksamkeit auf einen dieser Bruchteile konzentriert ist. Plötzlich erinnern wir uns dann wieder, dass wir ja wir sind; ein Gesamtbild, schnell entworfen, tritt an die Stelle des Teilbildes, aber das Gesamtbild ist sozusagen bloss eine »Restaurierung« des Individuums, das Gedächtnis »restauriert« dasselbe etwa so, wie der Geologe die fossilen Tiere auf Grund der spärlichen Überreste restauriert, welche er ausgegraben hat. Es findet eine momentane Synthese der Teilbilder statt, die nach einander das ganze Bewusstsein ausgefüllt hatten und während deren Überwiegen, streng genommen, kein Bewusstsein des Ich vorhanden war, sondern nur ein Bewusstsein des Denkobjekts, welches sich in diesem besonderen Falle als ein Teil des Ich herausstellte.

Die einzigen Gedanken, während deren wir ein lebhaftes Gefühl von unserem Ich behalten, sind diejenigen, von welchen das Gesamtbild unserer eigenen Person einen wesentlichen und notwendigen Teil darstellt. Wenn wir z. B. über gewisse wissenschaftliche Thatsachen nachdenken, über die Hypothesen, zu denen sie Veranlassung gaben, über die Experimente, welche diese Hypothesen bestätigen könnten, über die Folgen, die sich daraus ergeben würden, — dann kommt das Bewusstsein unseres eigenen Ich nicht mit ins Spiel. Allein dies wird anders, sobald wir uns vorstellen, wie ein besonderer Versuch ins Werk zu setzen wäre: das Denken verknüpft sich dann notwendigerweise mit der Vorstellung von den erforderlichen Bewegungen, von ihrer Form, Geschwindigkeit und Energie, mit anderen Worten also mit dem Bilde des in verschiedenen Stellungen und auf verschiedene Weise thätigen Ich, und zwar betrachten wir die Wirkungen der letzteren, die in uns durch eine Reihe von Reflexempfindungen d. h. von auf Grund unserer vorhergegangenen Erfahrung antizipierten Vorstellungen hervorgerufen werden. Ganz besonders aber ist dies dann der Fall, wenn die Empfindung, die man Wille nennt, ins Denken eintritt, denn nun bildet das Ich in Thätigkeit den Hauptgegenstand des Denkens und füllt dasselbe vollständig aus, so sehr, dass, wenn dieser Gedanke aufhörte, ohne dass sogleich ein anderer an seine Stelle träte, das Selbstbewusstsein mit demselben aufhören und gar nichts übrig bleiben würde: unsere innere Thätigkeit, unsere Individualität wären damit verschwunden. Dies geschieht that-

sächlich in dem Augenblicke, wo eine Ohnmacht plötzlich den Gang der Gedanken mehr oder weniger lang und manchmal für immer unterbricht. Sehen wir jedoch von diesem Ausnahmsfall ab, so wird der Gedanke, in welchen das Ich als Bestandteil eingetreten war, sogleich von einem andern, unpersönlichen ersetzt; nachdem wir über die Ausführung des Experiments nachgedacht, betrachten wir von neuem die Folgen desselben, und nun verwischt sich die Individualität abermals, das Ich verschwindet.

Die Idee des Ich ist also keineswegs ein so konstantes Element des Bewusstseins, als man zu glauben geneigt ist; da sie aber sehr häufig auftritt, ja am häufigsten unter allen, weil sie jeden Augenblick durch die interzentrale Reflexthätigkeit (gewöhnlich Ideenassociation genannt) hervorgerufen wird und sich allen den Gedanken beigesellt, die nacheinander auftauchen; da ferner die Reflexthätigkeit keine regelmässigere und eingewurzeltere Gewohnheit hat als diejenige, das Ich gleichsam zu vervollständigen, indem sie gleich das Gesamtbild desselben entwirft, sobald irgend eine Empfindung das Bild eines seiner Teile hervorruft; da es überdies beinahe unvermeidlich ist, dass ein schwaches Aufleuchten des Gesamtbildes jedes Teilbild begleitet (ebenso wie die harmonischen Obertöne, welche den ganzen Akkord bilden, den Grundton begleiten, der durch Anschlagen einer einzigen Saite erzeugt wird); und da endlich das Gesamtbild fast immer nahezu dasselbe ist, während die Teilbilder einander folgen — ohne sich zu gleichen — so ist es ganz natürlich, dass das Gesamtbild vorherrscht im Geiste derjenigen, die nicht gewohnt sind, sich aufmerksam zu beobachten, und dass es die Täuschung von einer Kontinuität hervorbringt, die es doch weit entfernt ist, zu haben.

So kann das Ich manchmal gänzlich aus der Panästhesie[1] entfallen. Anderseits kann dieselbe manchmal auch gänzlich von einem Teilbild des Ich gebildet sein, und den Charakter des eigentlichen Selbstbewusstseins nimmt sie erst dann an, wenn das Gesamtbild unseres Ich einen der wesentlichsten Faktoren der Gedanken darstellt, die uns vorherrschend beschäftigen.

Sehen wir nun zu, ob das Selbstbewusstsein wenigstens dann, wenn es wirklich auftritt, mit sich selbst identisch ist.

In der Revue philosophique[2] von Th. Ribot führt H. Taine ein langes Citat aus dem Werke des Dr. Krishaber über eine Krankheit der Nervenzentren an, welche die Panästhesie der Kranken bedeutend stört und eine mehr oder weniger vollständige Verkehrung der Ideen zur Folge hat, welche sie sich von ihrem Ich bilden. Taine dringt auf

[1] Ich schlage das Wort „Panästhesie“ (Gesamtgefühl) vor, um die Gesamtheit dessen zu bezeichnen, was ein Individuum in einem gegebenen Augenblicke empfindet. Man bezeichnet denselben Begriff häufig mit dem Worte Cönästhesie (Gemeingefühl), aber dieses scheint mir etymologisch weniger passend, und es hat den Übelstand, dass es auch angewendet wird, um die Gesamtheit der visceralen oder organischen Empfindungen auszudrücken, — was sehr verschieden ist von dem rein psychologischen Sinne, welchen ich dem Worte Panästhesie beilegen möchte.

[2] Vol. II. 1876.

den ersten Schlag in die ganze psychologische Tragweite dieser Thatsache ein und schliesst daraus, »dass das Ich, die moralische Persönlichkeit, ein Produkt ist, dessen Empfindungen seine ersten Faktoren sind und das, in verschiedenen Zeitabschnitten betrachtet, nur deswegen dasselbe ist und sich als dasselbe erscheint, weil die es zusammensetzenden Empfindungen immer dieselben bleiben; wenn aber diese Empfindungen plötzlich andere werden, so wird auch es ein anderes und erscheint sich als ein anderes; jene müssen erst wieder dieselben werden, damit es wieder dasselbe werde und sich selbst aufs neue als dasselbe erscheine.«

Dieser Schluss ist nicht neu für die Physiologie; diese geht sogar noch einen Schritt weiter und behauptet, dass, da die Panästhesie niemals wieder genau dieselbe wird, das Ich es ebenfalls nie mehr werde, und dass es folglich in verschiedenen Abschnitten des Lebens beträchtlich von sich selbst abweiche, so dass das, was in der »Nevropathie cérébro-cardiaque« stattfindet, nur eine Steigerung dessen ist, was im normalen Zustande beständig vor sich geht. Gewöhnlich bleibt das Ich während kürzerer oder längerer Perioden des Lebens ungefähr dasselbe, weil in dieser Zeit das Produkt der gegenwärtigen und vergangenen, der peripherischen und zentralen Empfindungen auch ungefähr dasselbe ist, aber es wird ein anderes, je nachdem dieses Produkt ein anderes wird. Die Modifikationen des Ich hängen manchmal von physiologischen Bedingungen ab und sind dann langsam und stufenweise (Übergang von der Kindheit zum Jünglingsalter, von diesem zum reifen Alter, von diesem zum Greisenalter), bald von toxikologischen Bedingungen und dann sind sie plötzlich und tief eingreifend, wie die Wirkung der Substanzen, welche sie hervorbringen (Einfluss von Alkohol, Opium, Morphium, Wein, Kaffee u. s. w., kurz aller sogenannten »Nervina«); endlich sind sie aber auch von pathologischen Bedingungen abhängig und verlaufen alsdann mehr oder weniger rapid, sind anhaltend oder remittierend in wechselnder oder gleichbleibender Stärke, je nach dem Sitz, dem Wesen und dem Gang der Krankheit im einzelnen Falle. Wir kommen später auf diesen Punkt zurück; hier sei nur noch darauf hingewiesen, wie uns oft sogar die gewöhnlichen physiologischen Veränderungen des Ich in Erstaunen setzen und wir manchmal nicht geringe Mühe haben, uns selbst in einer der Phasen unserer Vergangenheit wiederzuerkennen. J. Forster hat dieser Thatsache in folgenden Worten humoristischen Ausdruck verliehen: »Im Laufe eines langen Lebens,« sagt er, »kann ein Mensch successive mehrere Personen sein, die einander so wenig ähnlich sind, dass, wenn jede einzelne Phase dieses Lebens sich in einem besonderen Individuum verkörpern könnte und man sodann diese Leute zusammenbrächte, dieselben eine sehr heterogene Gesellschaft bilden, sich gegenseitig heftig widersprechen, einander gründlich verachten und sobald als möglich wieder auseinander laufen würden, ohne zu wünschen, sich jemals wieder zu sehen.«

Man wird uns vielleicht entgegenhalten: wenn das Ich nur eine unterbrochene und wechselnde Form der Panästhesie wäre, so könnte es uns doch nur ein Chaos von Einzelbildern ohne verbindendes Band lie-

fern, gleichsam einen Haufen farbiger Steinchen, aus denen sich zwar ein Mosaik zusammensetzen liesse, die aber ohne jegliche Ordnung und ohne Beziehung zu einander herumliegen. Diesen Einwurf weise ich einfach als nicht stichhaltig zurück. Mit der moralischen Persönlichkeit verhält es sich genau wie mit der physischen: die Einheit und die Kontinuität des psychischen Ich, soweit dieselben überhaupt wirklich bestehen, werden ja durch die vorstehenden Bemerkungen keineswegs gefährdet — jedenfalls ebensowenig wie die Einheit und die Kontinuität des körperlichen Ich (welche doch niemand bestreitet) gefährdet werden durch die unaufhörliche Auswechselung von Baustoffen zwischen dem Körper und der Aussenwelt. Dazu kommt, dass sich die Veränderungen, welche die psychische Persönlichkeit erleidet, gleich denen der physischen Persönlichkeit, von Ausnahmefällen abgesehen, nur nach längeren Zeiträumen erkennen lassen und dass wir stets geneigt sind, sie abzuleugnen, sie für nicht vorhanden oder mindestens für unbedeutend zu halten, bis zu dem Augenblicke, wo sie sich uns unabweisbar aufdrängen und uns veranlassen, beschämt die Augen niederzuschlagen — manchmal wohl auch, sie freudig zu erheben.

Dank der Aufzeichnung der empfangenen Eindrücke in den zentralen Elementen und dank dem Mechanismus der Reflexempfindungen, welche zusammen das Gedächtnis darstellen, folgt auf jede Empfindung unmittelbar die Vorstellung von vielen andern früheren; diese rufen ihrerseits ein Bild von zahlreichen noch älteren hervor u. s. w. Diese Erinnerungen an unsere aufeinanderfolgenden Bewusstseinszustände, zusammengruppiert und zu einem Ganzen verschmolzen, sind es, welche bedingen, dass das Ich sich immer mehr vervollständigt und sich inmitten aller seiner Wechselfälle stets wiedererkennt, gleichzeitig an den verschiedensten Phasen seiner Entwickelung Anteil nimmt und mehr oder weniger lebhaft empfindet, dass es die Fortsetzung dessen bildet, was es war, wenn es auch nicht mehr genau dasselbe und manchmal sogar ein anderes ist. Würde es sich nicht erinnern, etwas anderes gewesen zu sein, so wüsste es ja auch nicht, dass es im Grunde dasselbe geblieben ist; und in der That fehlt ihm geradezu das Gefühl seiner Kontinuität und seiner Einheit vollständig, sobald das Gedächtnis seinen Dienst versagt. Dieses Gefühl fehlt uns durchaus für die erste Periode unseres Lebens; wir besitzen nur eine nachträgliche, durch »Hörensagen« und durch Analogie erworbene Vorstellung davon, dass wir die Fortsetzung des kleinen Wesens sind, dem unsere Mutter das Leben gab; nur durch Überlegung gelangen wir zu diesem Schluss, das Gefühl aber, jenes Wesen gewesen zu sein, mangelt absolut und beginnt wie gesagt erst mit der ersten klaren und dauernden Erinnerung an einen bestimmt wahrgenommenen und gehörig eingeprägten Bewusstseinszustand.

Aus dieser Darlegung ergibt sich, dass die Gruppe von Erscheinungen, welche wir das Ich nennen, nichts anderes ist als die Panästhesie in den Zeiten, wo sie nicht unpersönlich ist; dass die Kontinuität und Einheit des Ich, beide in hohem Grade relativ, ausschliesslich auf dem Gedächtnis beruhen; endlich, dass seine Identität nichts weiter ist als eine mehr oder weniger lang anhaltende Täuschung.

So zwingend auch diese Folgerung ist, so dürfte es doch nicht überflüssig sein, einige Beispiele zu ihrer Bestätigung anzuführen. Unter diesen werde ich jedoch die durch Giftwirkungen hervorgerufenen Veränderungen des Ich ganz bei Seite lassen: dieselben sind jedermann zu genau bekannt, als dass es nötig wäre, sie besonders hervorzuheben. Ich beschränke mich daher vorzugsweise auf seine pathologischen Veränderungen.

Unter seinen physiologischen Umgestaltungen ist am auffallendsten diejenige, welche in der Pubertätsperiode eintritt. Niemand bezweifelt die tiefgreifenden Veränderungen, welche alsdann im körperlichen Ich Platz greifen; davon aber, dass die sie begleitenden psychischen Veränderungen nicht minder bedeutsam sind, gibt man sich im allgemeinen keine Rechenschaft. Hören wir, wie sich über diesen Punkt einer der berühmtesten Irrenärzte ausspricht, den leider ein vorzeitiger Tod der Wissenschaft entrissen hat, W. Griesinger[1]: »Eines der deutlichsten und lehrreichsten Beispiele einer noch dem physiologischen Gebiete angehörenden Erneuerung und Umwandlung des Ich, mit Rücksicht auf die Ursachen des Irrsinns betrachtet, bietet uns das Studium jener Seelenerscheinungen dar, welche mit der Mannbarkeit hervortreten. Damit, dass gewisse Körperteile, die bis dahin in vollkommener Ruhe verharrt hatten, in dieser Epoche des Lebens in Thätigkeit treten und überhaupt eine vollständige Umwälzung im ganzen Organismus sich vollzieht, gehen auch in verhältnismässig kurzer Zeit grosse Massen von Bewegungsempfindungen in den Bewusstseinszustand ein. Sie durchdringen nach und nach den bisherigen Ideenkreis und bilden schliesslich einen integrierenden Bestandteil des Ich; dieses wird hierdurch zu etwas ganz anderem, es erneuert und verjüngt sich und das Selbstgefühl erfährt eine gründliche Umgestaltung. Allein so lange freilich die Assimilation der neuen Elemente nicht vollständig durchgeführt ist, können sich diese Durchdringungen und diese Zersetzung des ursprünglichen Ich kaum vollziehen, ohne dass stürmische Bewegungen in unserem Bewusstsein entstehen, ohne dass dieses eine gewaltsame Erschütterung erleidet, mit andern Worten ohne dass in unserer Seele eine Menge der verschiedenartigsten Erregungen auftauchen. Dieser Lebensabschnitt ist es auch hauptsächlich, in welchem man so häufig das Auftreten innerer Gemütsbewegungen ohne äusseren Anlass beobachten kann.«

Gehen wir nun zu den pathologischen Umwandlungen des Ich über. Dieselben sind noch auffälliger, weil sie plötzlicher und mannigfaltiger sind.

Im Jahr 1873 veröffentlichte Dr. Krishaber eine Monographie über einen Krankheitszustand, den er »Neuropathia cerebro-cardiaca« nennt. Die Ursache dieser Krankheit scheint in einer plötzlichen Ernährungsstörung der sensorischen Zentren zu liegen, die wahrscheinlich auf lokaler krampfhafter Zusammenziehung der Blutgefässe beruht, während die höheren Zentren, die Grosshirnwindungen in normalem Zustand verbleiben. Dies führt dann zu einer Verdrehung der Empfindungen,

[1] Handbuch der Geisteskrankheiten.

d. h. der Elemente des Verstandes; dieser fährt zwar, insoweit er als logischer Mechanismus in betracht kommt, ganz regelmässig zu funktionieren fort und gelangt gleichwohl zu falschen Resultaten, weil er gezwungen ist, falsche Daten zu verarbeiten, und somit seine logisch ganz richtigen Folgerungen auf irrtümlichen Voraussetzungen beruhen. Der Kranke ist nicht etwa verrückt: im Anfang berichtigt er sogar selbst die falschen Anschauungen, zu denen ihn die Fremdartigkeit seiner Eindrücke verleitet; er sträubt sich gegen diese Anschauungen und erklärt sie für Täuschungen — allein zuletzt erschöpft sich sein altes Ich und unterliegt: er glaubt sich in eine andere Welt versetzt, dann glaubt er gar nicht mehr zu existieren, endlich glaubt er ein anderer zu sein. Bezüglich der Einzelheiten verweise ich auf den Artikel von Taine und das Buch von Dr. Krishaber.

In anderen Fällen handelt es sich umgekehrt um eine lokale oder reflektorisch hervorgerufene Veränderung der Rindenzentren. Hier sind die Empfindungen als Elemente des Verstandes ungestört geblieben und es ist der Verstand selbst, welcher durch die krankhafte Thätigkeit seines Mechanismus gefälscht wurde.

Ich wähle als besonders lehrreich ein Beispiel von solcher Erkrankung mit intermittierenden Symptomen aus, welche jene merkwürdige Erscheinung bedingen, die man als doppeltes Bewusstsein bezeichnet.

In der »Revue scientifique« v. J. 1876 machte Dr. Azam den folgenden Fall bekannt: Felida macht abwechselnd Zeiten von schweigsamer Traurigkeit und Zeiten von Frohsinn und Gesprächigkeit durch; die ersteren werden aber immer häufiger und stellen schliesslich ihren gewöhnlichen Zustand dar, um nur in seltenen Zwischenzeiten einer vorübergehenden Fröhlichkeit Platz zu machen. Während der traurigen Perioden hat sie keinerlei Erinnerung an die Zeiten der Fröhlichkeit, welche dann wie aus ihrem Bewusstsein ausgelöscht sind; während der fröhlichen Zeiten dagegen erinnert sie sich der traurigen Perioden, jedenfalls aber hält sie, so lange sie sich in einem der beiden Zustände befindet, stets diesen bestimmt für ihren Normalzustand und bezeichnet den andern als »ihre Krankheit«. Dr. Azam glaubt, es handle sich um Amnesie (Gedächtnisschwäche), dabei hält er aber Felidas fröhliche Perioden für pathologisch und schreibt ihre Ursache einer Zusammenziehung der Blutgefässe in den Rindenschichten des Grosshirns zu. Ich erlaube mir hierüber einige Zweifel zu äussern: wenn wirklich Amnesie vorliegt, so besteht sie jedenfalls nicht während der fröhlichen Perioden, in denen sich ja Felida ihrer traurigen Zeiten erinnert, sondern vielmehr während der letzteren: diese also stellen den krankhaften Zustand dar und wir haben keinen Grund, ihren fröhlichen Zustand für pathologisch zu erklären. In der That gehören ja auch alle andern hysterischen Symptome, an denen sie leidet, mit Einschluss der Amnesie durchaus den traurigen Zeiten an, und der ganze Verlauf der Krankheit scheint mir anzudeuten, dass der schweigsame und hysterische Zustand sich während der Pubertätsperiode langsam entwickelt und lange fortgedauert hat, um nur noch von Zeit zu Zeit durch kurze fröhliche und nicht hysterische

Perioden unterbrochen zu werden, welche jedesmal eine vorübergehende Rückkehr in den Normalzustand darstellen. Dies wird noch wahrscheinlicher durch die Thatsache, dass in einem gewissen Alter diese Rückschläge häufiger und anhaltender wurden, was eine günstige Prognose stellen lässt und zu der Hoffnung berechtigt, die völlige Heilung werde mit dem Zeitpunkt zusammenfallen, wo das definitive Aufhören einer wichtigen periodischen Funktion des weiblichen Organismus in der Regel auch das Verschwinden der sogenannten hysterischen Erscheinungen nach sich zieht.

Wie dem auch sei, uns ist hier zunächst von Wichtigkeit, dass der Unterschied in der Gesamtrichtung ihrer Gefühle und Gedanken, mit einem Wort in ihrem Ich während der abwechselnden Perioden augenscheinlich daher stammt, dass eben jede ihrer beiden Perioden durch ihre besondere Panästhesie ausgezeichnet ist und dass jeder Panästhesie ein besonderes Ich entspricht. Nun betrachtet Felida, so lange sie sich in einem der beiden Zustände befindet, jedes dieser beiden Ich als ihr eigentliches normales Ich; sie hat also thatsächlich zwei Bewusstseine, welche je nach dem Zustand, den die krankhaften Einflüsse in ihrem Gehirn hervorrufen, mit einander abwechseln. Das eine dieser beiden Bewusstseine ist dem andern vollständig fremd, weil dieses von der Existenz des ersteren nichts weiss; dieses dagegen kennt das letztere, jedoch nur, um es zu verleugnen und als etwas Krankhaftes zurückzuweisen. Felida weiss während einer dieser Perioden, dass sie stets dieselbe ist, einzig deshalb, weil sie sich erinnern kann, manchmal eine andere zu sein; in der andern Periode weiss sie davon nichts. Im ersten Falle ist es die Identität des Ich, welche leidet, im zweiten ist es seine Kontinuität, welche aufgehoben ist.

Was müsste nun eintreten, wenn der letztere Zustand zum dauernden würde? P. Janet hat im Hinblick auf diese wichtige Frage einen Artikel über die Vorstellung von der Persönlichkeit geschrieben, worin er den Fall einer Fischhändlerin anführt, welche glaubte, Marie-Louise geworden zu sein, zugleich aber sich erinnerte, dass sie Fischhändlerin gewesen war; er bemerkt hiezu: »In diesem Falle erkennt man deutlich die Fortdauer des wesentlichen Ich in der Veränderung des äusserlichen Ich. Denn es war doch wohl augenscheinlich dasselbe Ich, das sich für Marie-Louise hielt und das sich erinnerte, Fischhändlerin gewesen zu sein.« Das Gedächtnis also stellt P. Janet als absolute Bedingung der behaupteten Identität des Ich hin. Daraus folgt, dass, wenn die Fischhändlerin eines Tages ihren früheren Zustand ganz vergässe, ihr »wesentliches« Ich in diesem Falle ipso facto aufhören würde zu existieren; ihr »äusserliches« oder accessorisches Ich würde dann offenbar zum wesentlichen werden. Dies sagt freilich der Verfasser nicht, dazu ist er zu sehr Spiritualist; glücklicherweise aber ist die Folgerung so selbstverständlich, dass es beinahe überflüssig erscheint, sie besonders auszusprechen. Immerhin ist es hier wie bei Felida doch nur eine sehr wahrscheinliche Annahme, ich halte es daher für angezeigt, noch einige Beispiele zu citieren, um darzuthun, dass wirklich dieser Fall eintritt, wenn die Veränderung in den Gehirnzentren nicht vorüber-

gehend oder periodisch, sondern dauernd und definitiv ist, wenigstens mit bezug auf die zentralen Elemente, welche zu dem verschwundenen Ich beigetragen hatten, das nun vollständig durch ein neues Ich verdrängt ist, und zwar ohne dass das Individuum sich nun in einem pathologischen Zustand befände. Sonst würde es ja genügen, einige Fälle von unheilbarem Irrsinn anzuführen. Ich möchte aber einleuchtend machen, nicht allein dass ein Individuum sein vergangenes Ich wegen krankhafter Entartung des grössten Teils der dazu beitragenden zentralen Elemente vollständig verlieren kann, sondern auch und insbesondere dass in demselben Masse, als immer neue Elemente ins Spiel kommen und die Ausarbeitung eines andern Ich beginnen, das Individuum zuletzt in immer vollständigeren und dauernderen Besitz eines neuen Ich gelangt, das vom ersten absolut verschieden ist und nicht die geringste Vorstellung davon hat, jemals mit demselben in irgend welcher Beziehung gestanden zu haben.

Der Mechanismus des Gehirns kann Beschädigungen verschiedener Art erleiden; gleich einer Uhr kann er stillstehen, entweder weil ein fremder Körper eingedrungen ist und sein Räderwerk gehemmt hat (dies entspricht den auf Giftwirkung beruhenden Veränderungen der Gehirnthätigkeit), oder weil eine Feder, ein Rad verschoben ist (so bei Gehirnerschütterung durch traumatischen Einfluss), oder endlich weil einer oder mehrere seiner Bestandteile, manchmal sogar alle zerstört worden sind (so bei der partiellen oder totalen dauernden Amnesie). Dieser grobe Vergleich soll nichts weiter als auf die Möglichkeit einer mehr oder weniger langsamen und vollständigen Wiederherstellung in einer grossen Zahl ähnlicher Krankheitsfälle und der Fortdauer des pathologischen Zustandes in anderen, allerdings sehr seltenen Fällen hinweisen. Ein Beispiel: Dr. Hoy berichtet von einem 19jährigen jungen Manne, welcher das Bewusstsein verloren hatte infolge eines Schlages, den ihm eine Stute namens Dolly versetzt, wodurch sein Schädel eingedrückt worden war. Sobald das Knochenstück entfernt war, rief er laut: »Ho, Dolly!« und schaute überrascht um sich, voll Verwunderung über das, was mit ihm vorging. Seit dem Unglück waren bereits drei Stunden verflossen, der Patient hatte aber nicht die geringste Ahnung davon, wusste auch nicht einmal, dass die Stute ihn geschlagen: das letzte, dessen er sich erinnerte, war, dass die Stute ihm das Hinterteil zukehrte und ihre Ohren nach hinten senkte[1]. — Eine junge Frau, die ihren Mann leidenschaftlich liebte, wurde bei ihrer Entbindung von einer langen Ohnmacht ergriffen, infolge deren sie die Erinnerung an die ganze Zeit verlor, welche seit ihrer Verheiratung, mit Einschluss der letzteren, verstrichen war. Ihres ganzen übrigen Lebens bis zu diesem Zeitpunkte wusste sie sich ganz genau zu erinnern. . . . Sie stiess mit Schrecken ihren Gatten und ihr Kind zurück und erlangte nie wieder die Erinnerung an diesen Abschnitt ihres Lebens. Ihre Verwandten und Freunde kommen herbei, um sie zu überzeugen, dass sie verheiratet ist und ein Kind hat, und sie gibt sich alle Mühe, es zu glauben, weil sie doch

[1] Citiert von Maudsley in „Pathologie de l'Esprit", p. 10.

lieber annehmen will, sie habe die Erinnerung an einen Teil ihres Lebens verloren, als sie alle für Betrüger zu halten. Allein ihre Überzeugung, ihr innerstes Bewusstsein bleibt trotz alledem dasselbe: sie sieht ihren Mann und ihr Kind vor sich, ohne sich vorstellen zu können, durch welchen Zauber sie zu jenem gekommen und diesem das Leben gegeben hat[1]. Diese beiden Beispiele zeigen deutlich, dass die verschobenen Räder manchmal wieder in ihre richtige Stelle einrücken, manchmal aber auch einige auf die Dauer ausfallen können — ohne jedoch die übrigen an ihrem Gange zu hindern. Das folgende Beispiel dagegen wird zeigen, dass das Instrument unseres Gehirns auch umgestimmt werden kann, so dass es abwechselnd zwei Musikstücke spielt, die gar nichts mit einander gemein haben: es ist gewissermassen der Fall von Felida in gesteigerter und vervollständigter Form. »Eine junge Amerikanerin verlor nach einem anhaltenden Schlafe jede Erinnerung an das, was sie früher gelernt hatte. Ihr Gedächtnis war einfach zur tabula rasa geworden. Man musste sie alles von vorne wieder lehren. So hatte sie sich allmählich wieder ans buchstabieren, lesen, schreiben, rechnen zu gewöhnen und die Dinge und Personen ihrer Umgebung kennen zu lernen. Nach einigen Monaten verfiel sie abermals in einen tiefen Schlaf, und als sie daraus erwachte, war sie wieder dieselbe wie vor dem ersten Schlafe: sie hatte alle ihre Kenntnisse und die Erinnerung an ihre ganze Jugend wieder, dagegen war ihr vollständig entschwunden, was zwischen den beiden Anfällen geschehen war. Im Verlauf von mehr als vier Jahren ging sie dann abwechselnd aus dem einen in den andern Zustand über, jedesmal infolge eines langen, tiefen Schlafes. . . . Sie hat ebensowenig ein Bewusstsein von ihrer doppelten Persönlichkeit, als zwei verschiedene Menschen gegenseitig ein solches von der des andern haben können. So stehen ihr z. B. im früheren Zustand alle ihre ursprünglich erworbenen Kenntnisse zur Verfügung. Im neuen Zustande aber besitzt sie nur diejenigen, die sie seit ihrer Krankheit erwerben konnte, und dies geht bis in die kleinsten Einzelheiten ihres Verhaltens hinein: im alten Zustand hat sie eine schöne Schrift, im neuen dagegen ist dieselbe sehr steif und ungeschickt, da sie eben noch zu wenig Zeit zum Üben gehabt. Wird ihr jemand in dem einen ihrer beiden Zustände vorgestellt, so genügt dies nicht, sie muss ihn, um ihn gehörig zu kennen, in beiden Zuständen gesehen haben. Und dasselbe gilt für alles andere[2].«

Um sich die vollständige und bleibende Umgestaltung des Ich und die dauernde Ersetzung des verschwundenen Ich durch eine neue Persönlichkeit ganz zu vergegenwärtigen, bedarf es nur noch eines Schrittes: es genügt, wenn die Störung im Gehirn derart ist, dass die Rückkehr zum ursprünglichen Ich für immer unmöglich gemacht ist. Hier ein merkwürdiges Beispiel dieser Art[3]. Eine Engländerin, Frau H., 24 Jahre alt, seit einem Jahre verheiratet, erfreute sich bis zu ihrer Verheiratung

[1] Citiert von Ribot „Maladies de la Mémoire", p. 61.

[2] Nach Macnish, in Taine, „De l'Intelligence", T. I, p. 165, und in Combe, „System of Phrenology", p. 173.

[3] Nach dem Bericht von Carpenter in „The Brain", April 1869.

und auch noch einige Monate nachher einer vollständigen Gesundheit, obgleich sie im allgemeinen von zarter Konstitution war. Nun aber begann sie den Appetit zu verlieren, an Melancholie zu leiden und länger zu schlafen als gewöhnlich. Von einer Luftveränderung günstige Wirkung hoffend, begab sie sich nach Schottland, wo sie von Professor Sharpey beobachtet wurde, der ihren allgemeinen Zustand befriedigend fand, auf psychischem Gebiete aber eine Schwächung des Gedächtnisses und der Aufmerksamkeit und eine gesteigerte Schlafsucht konstatierte. Bald nahm die letztere so zu, dass Frau H. manchmal zu jeder beliebigen Stunde und in jeder Lage in einen tiefen traumlosen Schlaf verfiel, der nur von Zeit zu Zeit durch ein allgemeines Zucken und unzusammenhängende Worte unterbrochen wurde; nach dem Aufwachen hatte sie gar keine Erinnerung an das, was geschehen war und was sie gesprochen hatte. Letzteres waren stets Ausrufungen des Abscheus und Schreckens, die sie fast unabänderlich in denselben Worten ausdrückte. Um sie zu wecken, gab es nur ein Mittel: man musste sie aufrecht auf die Füsse stellen und zum Gehen veranlassen; allein jedesmal, wenn sie auf diese Weise geweckt worden war, zeigte sie sich unruhig und betrübt und weinte lange. Im Mai steigerten sich die Symptome: es wurde täglich schwieriger, sie zu wecken, und schliesslich in den ersten Tagen des Juni gelang dies gar nicht mehr. So schlief sie denn, abgesehen von einigen kurzen Augenblicken des Erwachens in seltenen Pausen, ununterbrochen bis Anfang August. Während dieses zweimonatlichen Schlafes wurde sie auf die Weise ernährt, dass man ihr flüssige Nahrungsmittel löffelweise einflösste. Sobald der Löffel ihre Lippen berührte, öffnete sie den Mund und schluckte die Flüssigkeit hinunter; war sie gesättigt, so biss sie die Zähne aufeinander und wendete, wenn man sie weiter nötigen wollte, das Gesicht ab. Sie schien auch den Geschmack zu unterscheiden, denn gewisse Speisen verweigerte sie hartnäckig. Von Zeit zu Zeit äusserte sie dieselben Worte wie früher, jedoch mit dem höchst sonderbaren Unterschied, dass sie dieselben nun mit einem Ausdruck der Befriedigung aussprach oder sie nach einer sanften Melodie sang. Dieser Schlaf wurde nur zeitweilig durch einige schmerzhafte Empfindungen unterbrochen; so hatte man ihr z. B. einmal, zehn Tage nach dem Beginn ihrer Lethargie, eine Arznei eingegeben, welche ihr Leibschmerzen verursachte; da erwachte sie mit dem Rufe: Schmerzen, Schmerzen; ich sterbe! und hielt sich den Leib mit den Händen. Nachdem man sie durch warme Überschläge beruhigt, blieb sie mehrere Stunden wach, während deren sie auf keine Frage antwortete und niemand erkannte, ausser eine alte Freundin, welche sie ein Jahr lang nicht gesehen hatte. Sie betrachtete dieselbe lange, dann ergriff sie mit dem Ausdruck lebhafter Freude ihre Hände; endlich sprach sie den Namen dieser Person aus, wiederholte denselben unaufhörlich und fuhr damit sogar noch fort, nachdem sie wieder eingeschlafen war. Gegen Ende Juli wurde der Schlaf weniger tief, die Kranke gab Zeichen von sich, die annehmen liessen, dass sie nicht mehr so gänzlich unbewusst war; es wurde auch möglich, sie aufzuwecken, indem man ihre Augen öffnete und ihr einen Gegenstand zeigte, der ihren Blick zu fesseln ge-

eignet war. Dann lächelte sie und war offenbar sehr vergnügt; ihre ganze Aufmerksamkeit schien auf den Gegenstand und die Person, welche denselben hielt, konzentriert zu sein, aber sie sprach noch nicht und antwortete auf keine Frage. Endlich gegen Anfang August wurden die Unterbrechungen ihres Schlafes immer länger und zuletzt schlief sie nicht mehr als im normalen Zustande. Jetzt erst wurde man einer höchst überraschenden Erscheinung in ihrem psychischen Leben gewahr: sie hatte alles vollkommen vergessen, ihr Seelenleben war eine vollständige tabula rasa, sie wusste so sehr gar nichts mehr, dass alles ihr neu war; sie erkannte niemand, selbst ihren Gatten nicht. Dabei war sie fröhlich, unaufmerksam, zerstreut und unruhig und schien von allem, was sie sah und hörte, entzückt zu sein — ganz wie ein kleines Kind. Allmählich wurde sie ruhiger, ernster und aufmerksamer, ihr Gedächtnis, das für ihr ganzes früheres Leben mit Einschluss des Schlafzustandes vollständig ausgelöscht war, zeigte sich im jetzigen Leben sehr lebhaft. So konnte man denn ihre Erziehung von neuem beginnen. Sie eignete sich einen Teil dessen, was sie gewusst hatte, in einigen Fällen mit der grössten Leichtigkeit an, in andern wurde es ihr schwerer; bemerkenswert ist aber, dass, obschon das zur Wiedererlangung ihres früheren Wissens eingeschlagene Verfahren weniger darin bestanden zu haben scheint, es von neuem zu lernen, als ihr dasselbe mit Hilfe ihrer nächsten Umgebung ins Gedächtnis zurückzurufen, sie dennoch auch hierbei offenbar nicht das geringste Bewusstsein davon hatte, all das schon früher innegehabt zu haben. Ausserdem erkennt sie niemand, selbst ihre nächsten Verwandten nicht, d. h. sie hat durchaus keine Erinnerung, sie vor ihrer Krankheit gekannt zu haben. Jetzt bezeichnet sie dieselben entweder mit ihren richtigen Namen, die man sie erst lehren musste, oder mit Namen von eigener Erfindung, stets aber betrachtet sie sie als neue Bekanntschaften und hat keine Vorstellung davon, dass sie mit ihnen verwandt ist. Überhaupt hat sie seit ihrer Krankheit nur etwa ein Dutzend Personen gesehen und das ist für sie alles, was sie jemals gekannt zu haben meint. Sie hat auch wieder lesen gelernt, aber man musste mit dem ABC anfangen, denn sie kannte nicht einen einzigen Buchstaben mehr; dann lernte sie Silben und Wörter bilden und jetzt liest sie ganz ordentlich. Um schreiben zu lernen, begann sie mit den allereinfachsten Übungen, aber sie machte viel raschere Fortschritte, als jemand machen würde, der es noch gar nie gekonnt hätte. Die Förderung, welche ihr bei der Arbeit des Wiederlernens ihre früheren Kenntnisse gewähren, von denen sie doch gar kein Bewusstsein hat, erwies sich ganz besonders wirksam bei der Musik, ja der Mechanismus der Ausübung musikalischer Fertigkeiten scheint beinahe intakt geblieben zu sein. Und überdies scheint sie noch einige allgemeine Ideen von mehr oder weniger verwickelter Art zu besitzen, welche sie seit ihrer Genesung keine Gelegenheit gehabt hat, sich anzueignen. Nach Verlauf einer verhältnismässig ziemlich kurzen Zeit gelangte sie allmählich wieder in einen vollständig normalen Zustand und erfreute sich einer genügenden Bildung, aber nie hatte sie auch nur eine Spur von Erinnerung daran, dass sie die wiedererworbenen Kenntnisse schon einmal be-

sessen oder bereits ein anderes Leben gelebt. Ihr zweites, ziemlich langes Leben war ein in jeder Hinsicht normales Leben; sie war eine treffliche Gattin und Mutter und war noch in späten Jahren allgemein beliebt durch ihre geistigen und moralischen Eigenschaften und ihren Eifer in der Wohlthätigkeit.

Dies einige extreme Fälle von durch Veränderungen des physischen Ich verursachten Veränderungen des psychischen Ich. Zwischen diesen äussersten Grenzen der Variation und der beständigen Behauptung eines normalen Ich, welches stets dasselbe bleibt, gibt es alle möglichen Abstufungen und Nüancen, denn die Form, welche der psychische Ausdruck der Individualität annimmt, ist ein getreues Spiegelbild dessen, was in ihrer körperlichen Ausdrucksform, im Zustande und in der Thätigkeit des Organismus vor sich geht: — der Organismus ist die Persönlichkeit selber und das Bewusstsein sorgt nur dafür, uns dies zu sagen. Die Einheit des Ich ist daher niemals vollständig, immer besteht eine mehr oder weniger tiefgehende Spaltung desselben. Jedes Teil-Ich vertritt gleichsam eine der vorwiegenden Tendenzen des Individuums; man denke nur an die Verschiedenheiten und Gegensätze zwischen dem privaten und dem öffentlichen oder militärischen Ich einer und derselben Persönlichkeit, an das Ich manches Gatten und Familienvaters und das Ich desselben Mannes, wenn er sich dem Trunk, dem Spiel oder anderen Ausschweifungen ergibt; oder an das Ich des Frommen, während er betet, und das Ich eben dieses Menschen, wenn er seinem Nächsten bei Gelegenheit eines vorteilhaften Geschäftes das Fell über die Ohren zieht. Man möchte fast sagen: die Seele kann sich ebensogut maskieren, wie der Körper, bald die Uniform und bald die Soutane anzieht. Hier wie überall stellt der pathologische Zustand nur eine Abweichung vom Normalzustand dar; dieser zeigt uns im kleinen, was jener übertrieben vergrössert.

In der That erreicht ja auch der Mensch eine um so vollkommenere Einheit seines Wesens, je mehr sein Charakter ein Ganzes ist, je weniger tiefgreifende Umwandlungen er während seines Lebens erlitten hat, je geringer der Unterschied zwischen seinem gewöhnlichen einfachen Ich und dem Ich seines Berufes, seiner politischen Thätigkeit oder seiner religiösen Richtung, und vor allem je vollständiger die Harmonie zwischen seinen sittlichen Anschauungen und seinem Handeln. Diese Harmonie zu entwickeln und damit jene Einheit zu kräftigen und zu fördern — dies muss das wesentlichste Ziel der Erziehung im weitesten Sinne des Wortes sein.

Die Schwere oder das Wirksamwerden der potentiellen Energie.

Von

Baron **N. Dellingshausen.**

(Fortsetzung.)

II.

Der Weltäther und die Gravitationswellen.

Wie in allen modernen Gravitationslehren, welche eine unvermittelt in die Ferne wirkende Anziehungskraft nicht mehr anerkennen, wird auch in der kinetischen Naturlehre die Existenz eines den unendlichen Weltraum erfüllenden, kosmischen Mittels — des Weltäthers — vorausgesetzt. Zu dieser Annahme sind wir durch viele Thatsachen berechtigt. Zunächst sind es die Lichterscheinungen, die den Beweis liefern, dass der Weltraum nicht absolut leer sein kann, da die Lichtwellen, welche von der Sonne und den Fixsternen ausgehen und bis zu uns gelangen, notwendigerweise eines Substrates zu ihrer Fortpflanzung bedürfen; ferner deuten die Abkürzungen, welche an der Umlaufszeit des Enkeschen Kometen beobachtet worden sind, auf einen Widerstand hin, der nur einem interstellaren Mittel zugeschrieben werden kann; schliesslich sind es die Erscheinungen der Schwere selbst, welche unbedingt die Annahme eines Vermittlers bei den Wechselwirkungen der Weltkörper untereinander erfordern.

Die Existenz eines kosmischen Mittels vorausgesetzt, kommt es zunächst darauf an, sich eine richtige Vorstellung von demselben zu bilden. Nun sind wir aber leider nicht in der Lage, uns mit unsern physikalischen Apparaten in den Weltraum zu versetzen, um direkte Beobachtungen über den Weltäther anzustellen, wir können aber aus den Eigenschaften unserer irdischen Atmosphäre einige Schlussfolgerungen ziehen, welche wohl geeignet sind, uns ein Bild von dem zu geben, was den Weltraum erfüllt.

Vor allem erkennen wir, dass der Weltäther weder ein fester, noch ein flüssiger Körper sein kann; als solcher wäre er den Beobachtungen der Astronomen nicht entgangen und müsste dem Umschwunge der Planeten einen so grossen Widerstand entgegensetzen, dass ihre Bewegungen um die Sonne unmöglich wären. Der Weltäther kann daher nur ein Gas — vielleicht das vollkommenste aller Gase — sein, was schon daraus hervorgeht, dass er uns als Fortsetzung unserer gasförmigen, irdischen Atmosphäre entgegentritt. Aus demselben Grunde können die Eigenschaften des Weltäthers — bis auf seine chemische Zusammensetzung — nicht bedeutend von den Eigenschaften unserer Erdatmosphäre in ihren höchsten Regionen abweichen.

Von unserer Atmosphäre wissen wir aber, dass ihr Druck mit zunehmender Höhe beständig geringer wird, dass derselbe in einer Höhe von 8 Meilen nur noch dem Druck einer Quecksilbersäule von 1 mm Höhe gleich ist, in noch grösseren Höhen sich auch durch die genauesten Apparate nicht mehr nachweisen lässt, und wir müssen daraus schliessen, dass der Druck in dem Weltäther so gering ist, dass er entweder gleich Null oder fast gleich Null angenommen werden kann.

Dasselbe gilt auch von der Temperatur des Weltäthers. In unserer Atmosphäre nimmt die Wärme bekanntlich mit zunehmender Höhe ab, wie man es bereits an den mit ewigem Schnee bedeckten Bergen erkennen kann. Auf dem Fort Reliance in Nordamerika ist eine Temperatur von —56,7° C., in Sibirien von —73° C. beobachtet worden; anderweitige Schätzungen haben für den Weltraum noch viel geringere Wärmegrade ergeben, so dass nichts dem entgegensteht, die Temperatur des Weltäthers gleich dem absoluten Nullpunkte, d. h. gleich —273° C. anzunehmen, eine schreckliche Kälte, die nur durch die von den Weltkörpern ausgehenden und sich im Weltraume kreuzenden Wärmewellen etwas gemildert wird.

Aus dem obigen geht hervor, dass der Weltäther nur mit einem Gase verglichen werden kann, welches bei einer sehr geringen Temperatur sich ausserdem noch unter einem sehr geringen Drucke befindet.

In einem schreienden Widerspruche mit diesen Thatsachen stehen die Vorstellungen, welche man sich in den modernen Gravitationstheorien über den Weltäther gebildet hat. Nach den Ätherstosstheorien soll der Weltäther aus Atomen bestehen, die nach allen Richtungen den Weltraum durchfliegen und dabei durch ihren Stoss auf die ponderablen Körper die Erscheinungen der Schwere hervorbringen. Diese Lehre haben wir bereits durch den Nachweis widerlegt, dass die Energie, welche die Ätheratome auf die Körper übertragen, und die lebendige Kraft, welche die Körper bei ihrem Fallen erreichen, nicht äquivalent sein können. Aber auch in anderer Beziehung sind die Ätherstosstheorien völlig unhaltbar. Wenn die Erscheinungen der Schwere durch die Ätheratome hervorgebracht werden, so müssen diese durch ihren Stoss einen Druck ausüben können, der grösser ist, als das Gewicht jedes beliebigen Körpers, z. B. grösser als das Gewicht der Cheops-Pyramide oder des

Mont-Blanc, ja grösser als das Gewicht der ganzen Erde in bezug auf die Sonne u. s. w. Damit aber die Ätheratome im stande wären, einen so grossen Druck auszuüben, sind die modernen Gravitationstheorien gezwungen, ihnen Geschwindigkeiten zuzuschreiben, die jedes Mass übersteigen. Dadurch wird nur ein neuer Widerspruch begründet. Nach den Grundsätzen der Molekulartheorie nimmt die Temperatur eines Gases mit der Geschwindigkeit seiner Atome zu; der Weltäther müsste daher wegen der „rasenden" Geschwindigkeit seiner Atome eine Temperatur besitzen, die noch um vieles die Weissglühhitze übersteigt. Trotz der Beliebtheit der Ätherstosstheorien empfinden wir von der hohen Hitze und dem grossen Drucke des Weltäthers nichts, sondern beobachten beim Ersteigen der Berge genau das Gegenteil, nämlich eine Abnahme der Wärme und des Druckes.

Ein ähnlicher Widerspruch findet sich auch in der Anderssohnschen Theorie des Massendruckes. Nach dieser Theorie ist der Weltäther allerdings nur der Träger der Wellen, durch welche die Weltkörper einen Druck auf einander ausüben; dieser Druck müsste aber doch ein gewaltiger sein, wenn seine Differenz auf den verschiedenen Seiten eines Weltkörpers dazu genügte, diesen nicht allein von der geraden Richtung seiner Bewegung abzulenken, sondern ihn auch beständig auf seiner Bahn weiterzuschieben — und ist daher unvereinbar mit der Widerstandslosigkeit des Weltraumes gegen die Bewegungen der Planeten.

Ganz anders ist dagegen das Verfahren der kinetischen Naturlehre; vor allem enthält sie sich jeder Hypothese über Atome, Kräfte u. s. w. und geht einfach von der gegebenen Thatsache aus, dass der Weltäther ein Gas ist, unter sehr geringem Drucke und von sehr geringer Temperatur, von dem man sich daher auch keine andere Vorstellung bilden darf als von den übrigen Gasen oder den Körpern überhaupt.

Von den Körpern wissen wir aber bereits aus dem vorigen Abschnitte, dass sie nicht allein äusserlich in Bewegung begriffen sind, sondern dass sie sich auch in ihrem Inneren in einem beständigen Bewegungszustande befinden. Die inneren Bewegungen der Körper sind aber Rotationen, die sich in Schwingungen zerlegen lassen und durch Wellen weiter fortgepflanzt werden. Auf diese Weise wird jeder Punkt zum Ausgangspunkt eines elementaren Wellensystems und beeinflusst dadurch die Bewegungen aller übrigen Punkte im Körper, ja man könnte fast sagen im ganzen Universum. Umgekehrt werden auch die Bewegungen jedes Punktes durch die von den übrigen Punkten ausgehenden Wellen bestimmt und durch die vollkommene Gegenseitigkeit dieser Wechselwirkungen die Unvergänglichkeit der Bewegungen in der Welterscheinung begründet. Bei ihrem Zusammentreffen in entgegengesetzter Richtung verwandeln sich die gleichartigen fortschreitenden Wellen in stehende Wellen und bestimmen durch ihre Schwingungsdauer und ihre Energie die Eigenschaften und die Temperatur der Körper. Bei der Mannigfaltigkeit der Richtungen, in welchen die Wellen sich in den Körpern durchkreuzen, ist es unvermeidlich, dass sie auch in gleicher oder fast gleicher Richtung fortschreitend mit entgegengesetzten Phasen oder Geschwindigkeiten

zusammentreffen; indem sie dabei, ohne sich zu vernichten, sich gegenseitig neutralisieren, heben sie ihre Wirkungen nach aussen auf und können daher weder als Druck, noch als Wärme erscheinen. Die Energie der interferierenden und sich gegenseitig neutralisierenden Bewegungen haben wir als potentielle Energie, die Energie der nach allen Interferenzen übrig bleibenden freien Bewegungen als kinetische Energie bezeichnet. Die Summe beider ist die Totalenergie der Körper.

Genau dieselbe Vorstellung, wie von den Körpern, haben wir uns auch von dem inneren Zustande des Weltäthers zu bilden. Vor allem erkennen wir, dass das uns unbekannte Substrat, welches allen Körpern zu Grunde liegt, auch im Weltäther der alleinige Träger der Bewegungen ist, durch welche die Eigenschaften desselben bestimmt werden. Auch in dem Weltäther lässt sich jeder Punkt als der Ausgangspunkt elementarer Wellen betrachten, welche bei ihrem Zusammentreffen in entgegengesetzter Richtung sich in stehende Wellen umwandeln, bei gleicher Fortpflanzungsrichtung aber durch Interferenz sich gegenseitig neutralisieren und dadurch in dem Weltäther ebenso wie in den Körpern eine potentielle und eine kinetische Energie begründen. Stellt sich nun aus den Beobachtungen an unserer Atmosphäre heraus, dass der äussere Druck und die Temperatur in ihren obersten Regionen und somit auch im Weltraume höchst geringfügig sind, so ist damit nur der Beweis geliefert, dass die Energie der inneren Bewegungen des Weltäthers vorzugsweise, wenn nicht ausschliesslich aus potentieller Energie besteht. In der That, wenn wir die Unendlichkeit der Räume, welche der Weltäther erfüllt und die in ihm nach allen Richtungen herrschende Gleichmässigkeit berücksichtigen, so erscheint es als unvermeidlich, dass jeder Bewegung, welche einem seiner Punkte mitgeteilt wird, eine andere Bewegung in entgegengesetzter Richtung entgegenwirkt und dass beide dabei sich gegenseitig neutralisieren. Der Weltäther ist daher nach der kinetischen Naturlehre ein in stehender Schwingung begriffenes Medium, welches durch seine fast ausschliesslich potentielle Energie, den Annahmen der Astronomen über den Weltraum vollkommen entsprechend, uns als leer und widerstandslos erscheint.

Die kinetische Naturlehre gelangt somit in bezug auf den Weltäther zu Resultaten, welche mit den auf einem anderen, mehr empirischen Wege ermittelten Thatsachen vollkommen gut übereinstimmen, und es handelt sich daher nur noch darum, ob es uns gelingen wird, in einem derartigen, scheinbar inhaltlosen Medium die veranlassende Ursache zu den Erscheinungen der Schwere zu entdecken.

Wäre der Weltäther allein vorhanden, so könnte der soeben geschilderte Zustand desselben ewig dauern, da bei der Gleichartigkeit des Ganzen auch jede Veranlassung zu einer Veränderung fehlen würde. — Ausser dem Weltäther sind aber noch andere Körper — Sonnen, Planeten, Fixsterne — in unendlicher Menge im Weltraum verteilt. — Durch den Einfluss dieser Körper werden notwendigerweise gewisse Störungen in dem Weltäther hervorgebracht und wird dadurch die Veranlassung zu der Entstehung der äusseren Bewegungen gegeben.

Um uns eine recht klare und genaue Vorstellung von dem Ein-

flusse der Körper auf den Weltäther zu bilden, müssen wir uns vor allem mit ihrem Verhalten gegen fortschreitende Wellen bekannt machen. Dieses Verhalten geht aber aus verschiedenen Erscheinungen hervor. Bekanntlich beruht die Farbe der Körper auf der Absorption der sie treffenden Lichtwellen mit Ausnahme derjenigen, in deren Farbe sie erscheinen. Setzen wir einen Körper den Strahlen einer Wärmequelle aus, so erwärmt er sich, indem er die ihn treffenden Wärmewellen absorbiert und in innere Bewegungen umwandelt. Aus den Beobachtungen der Spektralanalyse erfahren wir, dass das Absorptionsvermögen der farbigen Flammen für Lichtstrahlen gleich ihrem Emissionsvermögen ist und dass sie gerade vorzugsweise diejenigen Lichtwellen in ihrer Fortpflanzung aufhalten, die sie selbst von sich aussenden. Aus diesen Erscheinungen ergibt sich, dass die Körper unter geeigneten Umständen die Fähigkeit besitzen, die auf sie eindringenden und sie durchströmenden Wellen in ihrer weiteren ungehinderten Fortpflanzung aufzuhalten und sie durch Absorption in innere Bewegungen umzuwandeln. Das geschieht aber auf die Weise, dass die von den Wellen den Körpern zugeführten Bewegungen sich mit den bereits vorhandenen inneren Bewegungen derselben zu neuen Resultierenden vereinigen, dabei ihre Energie entweder ganz oder teilweise einbüssen und dadurch in ihrer weiteren Fortpflanzung verhindert werden.

In derselben Weise, wie gegen die Licht- und Wärmewellen, müssen die Körper sich auch gegen die sie treffenden Ätherwellen verhalten und durch ihre Absorption unmittelbar eine störende Einwirkung auf die inneren Bewegungen und auf die Bildung der stehenden Wellen in dem Weltäther ausüben. — Stehende Wellen gehen immer nur aus dem Zusammentreffen zweier gleichartiger, in entgegengesetzter Richtung fortschreitender Wellen hervor. Fällt eine dieser Wellen durch irgend welche Veranlassung weg, so ist die Umwandlung der anderen in eine stehende Schwingung nicht mehr möglich, sondern sie ist gezwungen, als fortschreitende Welle weiter zu bestehen und sich nach der Richtung hin fortzupflanzen, von wo aus die zur Bildung der stehenden Wellen unentbehrliche, nunmehr aber fehlende Komponente entgegenkam.

Das ist aber genau der Einfluss, den die Weltkörper auf den Weltäther ausüben; durch ihre Absorption der auf sie eindringenden Ätherwellen entziehen sie anderen Ätherwellen die zur Bildung der stehenden Wellen unentbehrlichen Komponenten und zwingen sie dadurch, als fortschreitende Wellen weiter zu bestehen. Diese Wirkung macht sich sofort bis in weite Fernen mit einer der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Ätherwellen gleichen Geschwindigkeit nach allen Richtungen hin auf beständig sich erweiternde Kugeloberflächen fühlbar und veranlasst überall dort, wo die stehenden Wellen des Weltäthers eines ihrer Komponenten beraubt werden, die Entstehung einer allgemeinen, den ganzen Weltraum umfassenden und konzentrisch nach den Weltkörpern gerichteten Wellenbewegung und zwar einer um so mächtigeren, je grösser die Absorptionsfähigkeit des Zentralkörpers für fortschreitende Wellen ist. Der Weltäther erleidet somit unter dem Einflusse der Weltkörper eine tiefeingreifende Veränderung; er befindet sich nicht mehr in einer ausschliesslichen stehenden Schwingung, sondern wird in bestimmten, nach den

verschiedenen Weltkörpern konvergierenden und sich vielfach kreuzenden Richtungen von fortschreitenden Wellen durchlaufen, die wir bei der Aussicht, in ihnen die veranlassende Ursache der Schwere zu entdecken, bereits jetzt schon als Gravitationswellen bezeichnen wollen.

Die Gravitationswellen erweisen sich somit als fortschreitende Ätherwellen, die der entgegengesetzten Komponenten zur Bildung der stehenden Wellen beraubt worden sind; auch sie sind dazu bestimmt gewesen, zur Bildung der stehenden Wellen in dem Weltäther beizutragen, unterliegen aber denselben Einwirkungen wie die übrigen Ätherwellen; bei ihrer Konzentration in den Weltkörpern werden sie von diesen absorbiert und an der weiteren Fortpflanzung verhindert; dadurch werden wieder anderen Ätherwellen die zur Bildung der stehenden Wellen erforderlichen Komponenten entzogen und sie dadurch gezwungen, als fortschreitende Wellen weiter zu bestehen und sich in der Richtung nach dem absorbierenden Körper hin in Bewegung zu setzen. Auf diese Weise wiederholt sich der soeben geschilderte Vorgang immer wieder von neuem; die Weltkörper werden dadurch gleichsam zu Brennpunkten von fortschreitenden Ätherwellen, die aus den weitesten Entfernungen des Raumes kommend und beständig aufeinanderfolgend als Gravitationswellen von allen Seiten nach ihren Zentralkörpern zusammenströmen.

Die Gravitationswellen sind somit eine unbedingte Konsequenz der Vorstellungen, welche man sich in der kinetischen Naturlehre über die Körper und den Weltäther zu bilden hat; als solche sind sie bereits unbestreitbar. Der thatsächliche Beweis für ihr Bestehen wird sich jedoch erst aus der Möglichkeit ergeben, mit ihrer Hilfe die Erscheinungen der Schwere zu erklären. Aber schon jetzt sind wir in der Lage, uns davon zu überzeugen, dass die Gravitationswellen vollkommen den Bedingungen entsprechen, welche man an die veranlassende Ursache der Schwere zu stellen hat. Wie die Schwere, so sind auch die Gravitationswellen konzentrisch nach den Weltkörpern gerichtet. Wie die Schwere von der Masse der Weltkörper abhängig ist, so wird auch die Energie der Gravitationswellen durch ihren Zentralkörper bestimmt, da für jede Ätherwelle, welche derselbe absorbiert, andere Ätherwellen als fortschreitende Wellen weiter bestehen und zu der Bildung der Gravitationswellen beitragen müssen. In derselben Weise aber, wie die Beschleunigung der Körper durch die Schwere in einem dem Quadrate der Entfernung von dem Gravitationsmittelpunkt umgekehrt proportionalen Verhältnisse zu- oder abnimmt, verhält sich auch die Energie der Gravitationswellen. Indem die Gravitationswellen bei ihrer Konzentration nach den Weltkörpern hin ihre Bewegungen auf beständig kleiner werdende Kugeloberflächen übertragen, bleibt zwar ihre Energie wegen der Unvergänglichkeit derselben, über die ganzen Kugelflächen genommen, unverändert, nimmt aber aus demselben Grunde auf gleiche Flächenabschnitte bezogen in einem dem Quadrate der Kugelhalbmesser oder, was dasselbe bedeutet, dem Quadrate der Entfernungen von dem Mittelpunkte des Zentralkörpers umgekehrt proportionalen Verhältnisse zu. Die Gravitationswellen und die Schwere befolgen somit dieselben Gesetze und es liegt daher die Schlussfolgerung nahe, dass die Ursache der einen in den anderen zu suchen ist.

Abgesehen von den Erscheinungen der Schwere gibt es jedoch noch andere Thatsachen, welche einen unzweifelhaften Beweis für das Bestehen der Gravitationswellen liefern. Wir meinen damit die innere Wärme der Weltkörper und die Erhaltung der Sonnenenergie. Mit Recht hat man darauf aufmerksam gemacht, dass die Sonne nicht beständig Licht- und Wärmewellen ausstrahlen könne, ohne dafür einen Ersatz von aussen zu erhalten. Bisher hat man aber vergebens nach der Quelle eines derartigen Ersatzes gesucht. Für die kinetische Naturlehre gestaltet sich dagegen die Aufgabe in ganz anderer Weise; nicht die Frage nach der Erhaltung der Sonnenenergie tritt bei ihr in den Vordergrund, sondern die Frage nach dem Verbleib der Gravitationswellen. Durch die Bewegungen, welche die Gravitationswellen den Weltkörpern ununterbrochen zuführen, müsste die Temperatur derselben beständig zunehmen und zuletzt mit der Zeit in das Unermessliche steigen. Da solches nicht eintritt, so ist damit nur der Beweis geliefert, dass der beständigen Zufuhr von Bewegungen eine ebenso beständige Ableitung entgegenwirkt. Als solche bieten sich uns aber sogleich die von den Weltkörpern ausgestrahlten Licht- und Wärmewellen von selbst dar und wir erhalten auf diese Weise nicht allein eine Erklärung für die Erhaltung der Sonnenenergie, sondern auch ein sicheres Zeugnis für das Bestehen der Gravitationswellen.

Durch das Gleichgewicht der einstrahlenden Gravitationswellen und der ausgestrahlten Licht- und Wärmewellen wird die Eigenwärme der Weltkörper bestimmt. — An der Oberfläche der Erde würde sie, unabhängig von der Sonnenwärme, wahrscheinlich eine sehr geringe sein, vielleicht nicht viel grösser als im Weltraum selbst. Im Innern der Erde wird aber die Ausstrahlung der Wärme durch die schlechte Leitungsfähigkeit der oberen Schichten verhindert. Deshalb beobachten wir mit zunehmender Tiefe eine beständig wachsende Temperatur. Die innere Erdwärme ist daher nicht ein Rest einer früheren Hitze, sondern ein konstanter, durch das Gleichgewicht der Ein- und Ausstrahlung bestimmter Zustand. Dasselbe gilt auch von der Sonne; sie ist weder in einem beständigen Brennen begriffen, noch wird sie mit Meteorsteinen geheizt, noch beruht ihre Hitze auf einer fortschreitenden Kondensation — lauter Hypothesen, die gemacht worden sind, — noch erhält sie — wie William Siemens es neuerdings behauptet hat — einen beständigen Zufluss eines kohlenstoff-wasserstoffhaltigen Äthers, sondern sie gibt durch ihre Licht- und Wärmewellen an Bewegung nur das zurück, was ihr durch die Gravitationswellen beständig zugeführt wird. Wir brauchen daher nicht ein Auslöschen der Sonne zu befürchten; wäre eine Abkühlung derselben möglich, so müsste sie seit dem Bestehen des Planetensystems schon lange eingetreten sein; die Sonne ist aber nur eine Werkstatt, in welcher die Gravitationswellen in Licht- und Wärmewellen umgewandelt werden; sie wird daher nach wie vor unsere Tage erhellen und bis in ferne Zeiten noch überallhin Leben und Gedeihen verbreiten.

Die Gravitationswellen und die Licht- und Wärmewellen sind somit nur die verschiedenen Äusserungen einer und derselben Bewegung; sie befolgen daher auch dieselben Gesetze und sind mit Ausnahme der

entgegengesetzten Fortpflanzungsrichtung in bezug auf Geschwindigkeit, Wellenlänge und Schwingungsdauer einander gleich. Nur durch die Art der fortgepflanzten Bewegungen mögen sie sich von einander unterscheiden. Während sich die Licht- und Wärmewellen als transversale Schwingungen erwiesen haben, können die Bewegungen in den Gravitationswellen sich vielleicht durch eine longitudinale Komponente auszeichnen und deshalb, ohne auf unser Auge einzuwirken, besonders dazu geeignet sein, Bewegungen wie das Fallen der Körper in der Richtung ihrer Fortpflanzung hervorzubringen.

Die Gravitationswellen sind somit ein notwendiges Glied in der Kette der Erscheinungen; wir haben sie theoretisch erkannt und aus der Eigenwärme der Weltkörper eine Bestätigung dafür abgeleitet; es bleibt uns daher nur noch übrig, zu untersuchen, auf welche Weise sie dazu beitragen, das Wirksamwerden der potentiellen Energie in den ponderablen Körpern anzuregen.

III.

Die Schwere der Körper.

Die Wirkung der Schwere, welche wir als das Fallen der Körper bezeichnen, ist eine gleichförmig beschleunigte, nach dem Mittelpunkte der Erde hin gerichtete Bewegung. Eine beschleunigte Bewegung setzt sich aber zusammen aus einer bereits bestehenden gleichförmigen Bewegung und aus dem Zuwachs an Geschwindigkeit, welchen der betreffende Körper durch irgend eine Ursache erhält. Um das Fallen der Körper zu erklären, haben wir uns daher zunächst nur Rechenschaft über das Fortbestehen der gleichförmigen Bewegung zu geben und dann die Einwirkungen zu erkennen, durch welche die abwärts gerichtete Bewegung der fallenden Körper beschleunigt wird.

Das Fortbestehen der gleichförmigen Bewegungen wird in der Mechanik einem Beharrungsvermögen der Körper zugeschrieben. Man sagt, dass ein Körper, der in Ruhe ist, nicht von selbst in Bewegung gerathen könne, sondern dass dazu eine veranlassende Ursache erforderlich sei, man behauptet aber auch, dass ein Körper, wenn er einmal in Bewegung versetzt worden ist, durch sein Beharrungsvermögen das Bestreben habe, sich geradlinig und mit gleichförmiger Geschwindigkeit weiter fortzubewegen. Obgleich der erste Teil dieses Satzes vollkommen genügt, weil die fortdauernde Unbeweglichkeit eines Körpers in der That nur auf dem Mangel an einer Veranlassung zu einer Bewegung beruht, so ist doch der Schluss des Satzes, welcher das Beharrungsvermögen der Körper in der Bewegung ausspricht, nicht sogleich ohne weiteres einleuchtend und ist deshalb auch nicht ohne Widerspruch geblieben. Die entstandenen Missverständnisse sind jedoch in diesem Falle wie in vielen andern Fällen nur durch die ungeschickte Wahl des Ausdruckes veranlasst worden. Statt das Fortbestehen der gleichförmigen Bewegungen, den beobachteten Erscheinungen entsprechend, einfach als ein Beharren der Körper zu bezeichnen, hat man durch das Anhängen des Wörtchens »Vermögen« manche Naturforscher — unter anderen auch

Andersohn in Breslau — dazu verleitet, in diesem Ausdrucke die Behauptung einer Eigenschaft oder eines besonderen Bestrebens der Körper zu erkennen, und sie dadurch veranlasst, dieser Behauptung zu widersprechen. Es ist jedoch leicht, sich davon zu überzeugen, dass das Beharren der Körper in der einmal angenommenen Bewegung ganz ebenso wie in der Ruhe nur durch den Mangel einer störenden Einwirkung von aussen besteht. Um solches nachzuweisen, genügt es einige Beispiele anzuführen. Ein Buch, das auf dem Tische liegt, bleibt auf dem Tische liegen, es beharrt in seiner Lage, und will man es wegschaffen, so muss man es aufheben und an eine andere Stelle versetzen. Eine Billardkugel bewegt sich nach dem Stosse in gerader Richtung fort, sie beharrt in ihrer Bewegung und verändert ihre Geschwindigkeit und Richtung nur durch die Reibung am Tuche und durch die Reflexionen an den Banden des Billards. Eine abgeschossene Kanonenkugel wird von der geraden Richtung ihrer Bewegung nur deshalb abgelenkt, weil sie der Einwirkung der Schwere unterliegt. Ein Stein, der an einer Schnur befestigt ist, wird durch ihren Widerstand gezwungen, eine Kreislinie zu beschreiben, setzt aber, wenn die Schnur reisst oder losgelassen wird, seine Bewegung in tangentialer Richtung und mit gleichförmiger Geschwindigkeit weiter fort.

Aus diesen Beispielen geht deutlich hervor, dass zu jeder Veränderung einer Bewegung eine besondere Einwirkung von aussen erforderlich ist. Das sogenannte Beharrungsvermögen ist somit weder ein Vermögen, noch eine Eigenschaft, noch ein Bestreben, sondern vielmehr ein Unvermögen oder eine Unfähigkeit der Körper, ihre Bewegung von sich aus ohne äussere Veranlassung abzuändern. Durch diese Unfähigkeit der Körper wird das Fortbestehen der gleichförmigen Bewegungen begründet und ist somit eine Thatsache, welche nicht bestritten werden darf. Damit ist jedoch der Gegenstand noch nicht vollständig erledigt. Die Ursache, welche einen Körper in Bewegung versetzt hat, kann schon lange beseitigt sein, während dieser noch immer fortfährt, dem erhaltenen Impulse zu folgen. Wodurch wird der Körper veranlasst, seine Bewegung fortzusetzen? Der Zustand eines sich gleichförmig bewegenden Körpers kann nicht als vollkommen unveränderlich angesehen werden, da seine Bewegung vielmehr eine beständige Veränderung seines Ortes ist und daher wie jede andere Veränderung einer Erklärung bedarf. Die Unveränderlichkeit der Richtung und der Geschwindigkeit hat die Naturforscher dahin geführt, das Beharrungsvermögen der Körper ohne weitere Erläuterung als eine genügende Erklärung für das Fortbestehen der gleichförmigen Bewegungen zu betrachten. Augenscheinlich muss aber doch zwischen dem Zustande eines Körpers in der Ruhe und dem Zustande desselben Körpers in der Bewegung ein Unterschied bestehen und daher aus der Erkenntnis dieser Verschiedenheit auch die Beantwortung der gestellten Frage hervorgehen.

Nach der hier vorgetragenen kinetischen Naturlehre darf eine Erscheinung nur dann als erklärt betrachtet werden, wenn sie auf die inneren Bewegungen der Körper zurückgeführt ist. Diese inneren Bewegungen sind die ersten uns gegebenen Thatsachen; sie bestehen durch

die vollkommene Gegenseitigkeit ihrer Wechselwirkungen und bedürfen daher selbst keiner weiteren Erklärung; sie bedingen aber den jeweiligen Zustand der Körper und daher auch die Ruhe und die Bewegung derselben.

Soll daher die Verschiedenheit zwischen dem Zustande eines Körpers in der Ruhe und dem Zustande desselben Körpers in der Bewegung erkannt werden, so handelt es sich zuerst darum, die Verschiedenheit seiner inneren Bewegungen in dem einen und in dem anderen Falle zu ermitteln. Die Vorstellung aber, welche wir uns von den inneren Bewegungen der Körper bilden, hängt zunächst von dem Koordinatensysteme ab, welches wir unseren Betrachtungen zu Grunde legen. Beziehen wir nämlich die inneren Bewegungen eines Körpers auf ein mit ihm festverbundenes Koordinatensystem, so müssen seine Punkte nach einem inneren Umschwunge genau wieder an ihren früheren Ort zurückkehren, sie bewegen sich in geschlossenen Bahnen, der Körper beharrt in seiner Lage, er befindet sich in Ruhe. Erleidet dagegen der Körper einen Stoss oder irgend einen Impuls von aussen, so tritt zu seinen inneren Bewegungen eine neue Komponente in einer bestimmten Richtung hinzu. Die Bahnen der einzelnen Punkte in seinem Inneren, die bis dahin geschlossen waren, werden in bezug auf das gewählte Koordinatensystem geöffnet, jeder Punkt des Körpers befindet sich am Ende seines Umschwunges an einer anderen Stelle als im Beginn desselben und somit ist auch der ganze Körper nach Verlauf einer bestimmten Zeit aus seinem Orte verschoben; er befindet sich in Bewegung. Die Öffnung der Bahnen, auf welchen die Punkte eines Körpers sich bewegen, ist die Verschiebung, welche der Körper während der Dauer eines inneren Umschwunges erleidet, und der Quotient aus diesen beiden Grössen, d. h. der Quotient aus der Verschiebung oder dem durchlaufenen Wege und der Dauer eines Umschwunges oder der verflossenen Zeit ist die Geschwindigkeit, mit welcher der Körper sich weiter bewegt. Die Verschiedenheit eines Körpers in der Ruhe und in der Bewegung besteht somit nur darin, dass die Bahnen, auf welchen seine Punkte sich bewegen, in dem einen Falle geschlossene, in dem anderen Falle offene Kurven sind.

Da wir jedoch keinen Körper in absoluter Ruhe kennen, sondern jeder von ihnen schon wegen des Umschwunges der Weltkörper um einander an verschiedenen Bewegungen teilzunehmen hat, so dürfen auch streng genommen in keinem Körper für die einzelnen Punkte geschlossene Bahnen angenommen werden, sondern die inneren resultierenden Bewegungen der Körper müssen stets so beschaffen sein, dass sie in bezug auf ein feststehendes Koordinatensystem allen vor sich gehenden Bewegungen, nicht allein den inneren Rotationen, welche die Wärme und die spezifischen Eigenschaften der Körper bedingen, sondern auch den translatorischen Bewegungen, welche sich als Ortsveränderungen der Körper äussern, zugleich Genüge leisten. Aus der Vereinigung der rotierenden und translatorischen Bewegungen gehen aber, wie leicht ersichtlich, schraubenförmige Kurven hervor, welche uns somit die wahren Formen der Bahnen für die Bewegungen der einzelnen Punkte eines Körpers

im Raume darstellen. Die Höhe der Schraubengänge ist dann die Verschiebung, welche die Punkte während der Dauer einer Rotation erleiden, und der Quotient beider, d. h. der Quotient aus der Höhe der Schraubengänge und der Dauer eines Umlaufes ist die Geschwindigkeit, mit welcher der Körper sich im Raume bewegt. Die Körper, welche durch die schraubenförmigen Bewegungen ihrer Punkte in gleicher Weise im Raum verschoben werden, erscheinen in bezug auf einander in Ruhe; es genügt aber in dem einen oder anderen Körper die Form seiner inneren Bahnen abzuändern, z. B. die Höhe der Schraubengänge, auf welchen seine Punkte sich bewegen, zu vergrössern oder zu verkleinern, damit dieser Körper den anderen Körpern voraneile oder hinter ihnen zurückbleibe und dadurch die Erscheinung einer äusseren Bewegung zeige, die somit vollständig durch den inneren Bewegungszustand des Körpers bestimmt wird.

Ruhe und Bewegung sind somit nur relative Zustände, welche zunächst von der Wahl des Koordinatensystems und von der Form der inneren Bewegungen in den Körpern abhängen. Welcher Art auch diese inneren Bewegungen sein mögen, so begründen sie doch stets einen stationären Zustand, der ohne eine Einwirkung von aussen nicht abgeändert werden kann. Auf der Unveränderlichkeit ihres inneren Bewegungszustandes beruht daher auch das sogenannte Beharrungsvermögen der Körper. Ein Körper, der in Ruhe ist, bleibt in bezug auf das gewählte Koordinatensystem in Ruhe und ein Körper, der in Bewegung ist, setzt seine Bewegung weiter fort und kann seine Richtung und Geschwindigkeit nicht verändern, wenn nicht eine äussere Einwirkung seinen inneren Bewegungszustand modifizirt. Dasselbe gilt auch für die freibeweglichen ponderablen Körper. Ein fallender Körper müsste, wenn er in einem bestimmten Momente von der Wirkung der Schwere befreit wäre, durch sein Beharrungsvermögen die einmal angenommene Bewegung nach dem Mittelpunkte der Erde mit gleichförmiger Geschwindigkeit weiter fortsetzen. Wir haben deshalb bei dem Fallen der Körper nicht die Bewegung selbst, sondern nur die ihnen durch die Schwere erteilte Beschleunigung zu erklären.

Um aber die Beschleunigung eines Körpers, sowie überhaupt die Entstehung einer neuen äusseren Bewegung zu erklären, ist es nur erforderlich, die entsprechenden Veränderungen in dem inneren Bewegungszustande des Körpers, sowie die äusseren Einwirkungen, durch welche diese Veränderungen hervorgebracht werden, zu erkennen. In vielen Fällen sind uns diese Einwirkungen bekannt, z. B. beim Zusammenstossen zweier Körper. Die Mitteilung der Bewegung geschieht in diesem Falle bei unmittelbarer Berührung durch Übertragung von Energie von dem stossenden auf den gestossenen Körper. Die von dem stossenden Körper abgegebene Energie oder lebendige Kraft wird zunächst dazu verwendet, die Totalenergie des gestossenen Körpers zu steigern, d. h. es wird die Geschwindigkeit, mit welcher seine Punkte ihre schraubenförmigen Bahnen im Raume durchlaufen, vergrössert. Eine grössere Geschwindigkeit der Punkte bringt aber unvermeidlicherweise eine Veränderung in der Form ihrer Bahnen hervor, schon deshalb, weil sie bei einer sich gleichbleibenden Rotations-

dauer der Punkte eine grössere Wegstrecke, d. h. eine grössere Länge der entsprechenden Schraubenlinie erfordert. Je nachdem, welcher Art die dadurch bewirkten Formveränderungen im Inneren der Körper sind, beobachten wir an diesen verschiedene Erscheinungen und Eigenschaften.

Bleiben bei der Übertragung der Energie durch den Stoss die Geschwindigkeit der Rotationen in dem gestossenen Körper und der Durchmesser der entsprechenden Schraubenlinien ungeändert, so kann die Verlängerung der Bahnen, welche die Punkte des Körpers während der Dauer eines Umschwungs durchlaufen, nur durch eine Zunahme in der Höhe der Schraubengänge in einer durch den Stoss bestimmten Richtung erreicht werden. Mit der zunehmenden Höhe der Schraubengänge ist aber notwendigerweise, weil sie die Verschiebung des Körpers im Raume während der Dauer einer inneren Rotation darstellt, zugleich eine Zunahme seiner äusseren Geschwindigkeit in derselben Richtung verbunden. Da in diesem Falle die übertragene Energie nur auf die Steigerung der translatorischen Bewegung der Punkte verbraucht wird, so findet sich auch die von dem stossenden Körper abgegebene lebendige Kraft vollständig als lebendige Kraft in dem gestossenen Körper wieder. Einen solchen Körper bezeichnen wir dann als vollkommen elastisch.

Wird dagegen die auf den gestossenen Körper übertragene Energie teilweise dazu verwendet, die Geschwindigkeit seiner inneren Rotationen zu erhöhen, wodurch auch der Durchmesser der entsprechenden Schraubenlinie vergrössert wird, so kann nur der Rest dieser Energie als translatorische Bewegung zum Vorschein kommen. Es verschwindet dann ein Teil der von dem stossenden Körper abgegebenen lebendigen Kraft aus der äusseren Bewegung, findet sich aber durch die erhöhte Geschwindigkeit der inneren Rotationen als Wärme in dem gestossenen Körper wieder. Einen solchen Körper bezeichnen wir dann als unelastisch oder als unvollkommen elastisch.

Bei einem feststehenden, relativ unbeweglichen Körper wird endlich die durch einen Stoss auf ihn übertragene Energie, weil seine äussere Bewegung im Raume nicht verändert werden kann, ausschliesslich dazu verwendet, die Geschwindigkeit seiner inneren Rotationen zu erhöhen, d. h. sie wird vollständig in Wärme umgewandelt.

Aus der obigen Darstellung geht deutlich hervor, dass die Erscheinungen, welche wir an den Körpern beobachten, durch die Art der Veränderungen ihrer inneren Bahnen bedingt werden. Je nachdem, ob der Durchmesser oder ob die Ganghöhe der Schraubenlinien, auf welchen die Punkte eines Körpers sich im Raume bewegen, durch den erlittenen Stoss vergrössert werden, erscheint die von dem stossenden Körper auf den gestossenen übertragene Energie entweder als Wärme oder als lebendige Kraft. Die Zunahme der Ganghöhe der schraubenförmigen Bahnen ist dabei die Formveränderung, welche sich als Zuwachs der Geschwindigkeit oder als Beschleunigung äussert. Will man daher die Beschleunigung der fallenden Körper erklären, so sind vor allem die Formveränderungen zu ermitteln, welche ihre inneren Bewegungen unter dem Einflusse der Schwere erleiden.

Die Wirkung der Schwere unterscheidet sich aber von derjenigen

des Stosses dadurch, dass die Körper durch sie in Bewegung versetzt werden, ohne dass eine der lebendigen Kraft der fallenden Körper äquivalente Übertragung von Energie von aussen nachweisbar wäre. Auch haben wir uns bereits davon überzeugt, dass die lebendige Kraft der fallenden Körper nicht von aussen herstammen könne, weil ihre Zunahme dann eine der Zeit proportionale sein müsste, während sie in Wirklichkeit dem Quadrate der Zeit proportional ist, und dass die Körper sie daher nur aus sich selbst, aus ihrer eigenen inneren Energie schöpfen können; es frägt sich nur noch, auf welche Weise solches möglich ist?

Aus der Darstellung des inneren Vorgangs bei dem Stosse der Körper erkennen wir, dass die äussere Bewegung nicht immer eine unmittelbare Wirkung der von aussen übertragenen Energie ist, sondern dass sie erst infolge der Formveränderungen entsteht, welche die Bahnen der Punkte im gestossenen Körper erleiden. Können doch alle gegen einen relativ unbeweglichen Körper ausgeübten Stösse diesen nicht in Bewegung versetzen, sondern ihre Energie wird in Wärme umgewandelt. Man denke sich nun, es sei uns ein Mittel gegeben, ohne Übertragung von Energie, d. h. ohne Steigerung der Geschwindigkeit mit welcher die Punkte des Körpers sich im Raume bewegen, eine Veränderung in der Form ihrer schraubenförmigen Bahnen, z. B. eine Zunahme des Steigungswinkels in einer bestimmten Richtung hervorzubringen, so überzeugt man sich leicht, dass eine derartige Veränderung auch sofort eine Veränderung in dem äusseren Bewegungszustande des Körpers nach sich ziehen muss. In der That wird durch die Zunahme des Steigungswinkels einer Schraubenlinie auch zugleich ihre Ganghöhe vergrössert und, weil diese den Weg darstellt, den ein Körper im Raume während der Dauer eines Umschwungs seiner Punkte zurücklegt, auch seine äussere Geschwindigkeit gesteigert. Die blosse Formveränderung der inneren Bahnen eines Körpers genügt also vollkommen, um denselben in Bewegung zu versetzen. Damit ist jedoch die Erscheinung noch nicht vollständig erklärt, sondern es muss ausserdem noch, wenn keine Übertragung von Energie von aussen stattfindet, der Ursprung der dabei zum Vorschein kommenden lebendigen Kraft nachgewiesen werden.

Wenn ein Körper ohne Übertragung von Energie von aussen in Bewegung versetzt wird, so bleiben seine Totalenergie und somit auch die Geschwindigkeit, mit welcher seine Punkte sich im Raume bewegen, ungeändert. Bei einer sich gleich bleibenden Geschwindigkeit und Umlaufsdauer eines Punktes muss aber die Länge der Schraubenlinie, auf welcher er sich bewegt, ebenfalls unverändert bleiben. Wird dagegen die Ganghöhe der Schraubenlinie vergrössert, so kann solches bei einer unveränderlichen Länge derselben nur dann stattfinden, wenn ihr Durchmesser sich zugleich verkleinert. In derselben Weise aber, wie die zunehmende Ganghöhe die Beschleunigung der translatorischen Bewegung eines Punktes bedingt, so kann auch die Abnahme ihres Durchmessers nur die Folge einer verminderten Rotationsgeschwindigkeit des Punktes sein. Wir erkennen daraus, dass die Formveränderungen der Bahnen im Inneren der Körper stets mit Umformungen ihrer inneren rotierenden

Bewegungen in translatorische Bewegungen oder auch umgekehrt verbunden sein müssen. Wenn aber die rotierende Geschwindigkeit der Punkte in einem Körper abnimmt, ihre translatorische Geschwindigkeit dagegen zunimmt, so ist die notwendige Folge davon, dass zugleich eine äquivalente Umwandlung der inneren Rotationsenergie des Körpers in translatorische Energie oder in lebendige Kraft eintritt, wodurch der Ursprung der letzteren ohne weiteres nachgewiesen ist und wir ein anschauliches Bild erhalten, auf welche Weise ein Körper, wenn er ohne Übertragung von Energie von aussen in Bewegung versetzt wird, seine lebendige Kraft aus sich selbst, aus seiner eigenen inneren Energie schöpfen kann.

Das ist aber genau die Aufgabe, welche die Schwere bei dem Fallen der Körper zu erfüllen hat, nämlich dieselben ohne Übertragung von Energie von aussen in eine nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtete, beschleunigte Bewegung zu versetzen, wozu nur eine entsprechende Veränderung der Form der inneren Bewegungen der Körper erforderlich ist. Da aber solche Veränderungen nicht von selbst entstehen können, so haben wir vor allem uns nach einem Agens umzusehen, das geeignet wäre, sie hervorzubringen. Ein solches, den Bedingungen der Schwere vollkommen entsprechendes Agens haben wir bereits in den Gravitationswellen erkannt. Wir fanden, dass die blosse Anwesenheit eines fremdartigen Körpers innerhalb eines gleichförmigen, in stehender Schwingung begriffenen Mediums dazu genügt, um in diesem eine allseitige, nach dem Mittelpunkte des Körpers konzentrisch gerichtete Bewegung von fortschreitenden Wellen anzuregen. In derselben Lage befindet sich auch die Erde; von dem Weltäther umflossen, wird sie von den nach allen Seiten sich fortpflanzenden Ätherwellen getroffen; indem sie dieselben absorbiert und in innere Bewegungen umwandelt, beraubt sie dadurch bis in weite Fernen andere Ätherwellen ihrer zur Bildung der stehenden Schwingungen unentbehrlichen Komponenten und zwingt dadurch die entgegengesetzten Komponenten, als fortschreitende Wellen weiter zu bestehen und sich nach dem Orte ihrer Absorption fortzupflanzen. Die Erde wird dadurch zu einem Mittelpunkte, gleichsam zu einem Brennpunkte, von konzentrisch fortschreitenden, beständig aufeinanderfolgenden Ätherwellen, die wir, bei der Aussicht, in ihnen die veranlassende Ursache der Schwere zu entdecken, bereits als Gravitationswellen bezeichnet haben.

Die Gesamtwirkung der Erde auf den Weltäther setzt sich aber zusammen aus den Wirkungen der einzelnen, in ihr enthaltenen Körper. Jeder Körper, ja sogar jeder kleinste Teil eines Körpers übt seine absorbierende Wirkung genau in derselben Weise auf die ihn treffenden Ätherwellen aus und veranlasst dadurch andere Ätherwellen, als fortschreitende Wellen weiter zu bestehen und sich nach dem Mittelpunkte ihrer Absorption fortzupflanzen. Aus der Vereinigung dieser elementaren Ätherwellen gehen denn die resultierenden, nach dem Mittelpunkte der Erde gerichteten Gravitationswellen hervor, welche ihrerseits bei ihrer konzentrischen Fortpflanzung auf die einzelnen Körper treffen und jedem von ihnen den seiner Absorptionsfähigkeit für fortschreitende Wellen entsprechenden Teil an Bewegungen abgeben. Durch diese von den Gravi-

tationswellen den Körpern abgegebenen Bewegungen werden auf der Oberfläche der Erde die Erscheinungen der Schwere hervorgebracht. Die nicht absorbierten Gravitationswellen gehen einfach durch die Körper hindurch; von den tiefer liegenden Körpern in dem Weltäther angeregt, sind sie auch dazu bestimmt, erst auf sie ihre schwermachende Wirkung auszuüben.

Um uns jedoch von dem inneren Vorgange bei dem Fallen der Körper eine möglichst einfache und übersichtliche Vorstellung zu bilden, wollen wir zunächst die translatorische Bewegung, welche ein Körper zugleich mit der Erde im Raume besitzt, uns in der Weise in Komponenten zerlegt denken, dass die eine dieser Komponenten beständig durch den Mittelpunkt der Erde hindurchgehe. Denken wir uns ferner diese Komponente mit den transversal zu ihrer Richtung in dem Körper vor sich gehenden Rotationen zu einer neuen Resultierenden vereinigt, so finden wir, dass unter den vielen im Innern eines Körpers sich durchkreuzenden Bewegungen auch eine schraubenförmige nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtete Bewegung vorausgesetzt werden darf. In derselben Weise und mit gleichem Rechte können wir ähnliche Bewegungen in allen Teilen der Erde annehmen. Liegt nun ein Körper auf einer festen Unterlage, so wird er durch die soeben geschilderten Bewegungen mit der Erde zusammen in gleicher Richtung verschoben und befindet sich daher in bezug auf die letztere in Ruhe. Werden dagegen in einem freibeweglichen Körper die nach dem Mittelpunkte der Erde gerichteten schraubenförmigen Bewegungen in irgend einer Weise abgeändert, während die gleichen Bewegungen in der Erde selbst ungeändert bleiben, so ist die relative Unbeweglichkeit beider nicht mehr möglich und muss uns daher der Körper als in Bewegung versetzt erscheinen. Dazu dienen die Gravitationswellen; sie bringen in den freibeweglichen Körpern Veränderungen hervor, welche in den auf der Oberfläche der Erde liegenden Körpern nicht zu stande kommen. Indem die Gravitationswellen den frei beweglichen Körpern neue Bewegungen zuführen und diese sich nach dem bekannten Gesetze des Parallelogramms der Geschwindigkeiten mit den bereits vorhandenen Bewegungen zu resultierenden Bewegungen vereinigen, werden notwendigerweise gewisse Richtungsänderungen der inneren Bahnen in den Körpern hervorgebracht. Lassen sich nun diese Richtungsänderungen in einem freibeweglichen Körper als eine Zunahme des Steigungswinkels seiner inneren, nach dem Mittelpunkte der Erde gerichteten, schraubenförmigen Bewegungen darstellen, so erkennt man leicht, dass die unmittelbare Folge davon eine relative Bewegung des Körpers in bezug auf die Erde sein muss. Durch die Zunahme des Steigungswinkels wird nämlich bei den schraubenförmigen Bewegungen auch ihre Ganghöhe vergrössert und, weil diese die Verschiebung darstellt, welche der Körper während der Zeit eines inneren Umschwungs im Raume erleidet, zugleich seine Bewegung in derselben Richtung beschleunigt. Widerholt sich dieser Vorgang beständig von neuem, so erhält auch der Körper mit jeder Gravitationswelle, die ihn durchströmt, in gleichen Zeitabschnitten einen gleichen Zuwachs an Geschwindigkeit und wird dadurch in eine gleichförmig beschleunigte, nach dem Mittel-

punkte der Erde gerichtete Bewegung versetzt, d. h. in eine Bewegung, die wir als das Fallen der Körper bezeichnen.

Die Beschleunigung der fallenden Körper ist somit eine unmittelbare Folge der Formveränderungen, welche die inneren Bewegungen unter dem Einflusse der Gravitationswellen erleiden und zwar, ohne dass eine besondere Übertragung von Energie von aussen dabei erforderlich wäre. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass die Gravitationswellen, indem sie die Körper durchströmen und ihnen einen Teil ihrer Bewegungen abgeben, nicht auch dabei einen entsprechenden Teil ihrer Energie einbüssen. Jede Wirkung, sie mag noch so geringfügig sein, setzt immer eine Arbeitsleistung voraus; daher müssen auch die Gravitationswellen bei den Veränderungen, welche sie im Inneren der Körper hervorbringen, einen äquivalenten Teil ihrer Energie auf die dabei geleistete Arbeit verwenden. Wir behaupten aber, dass die lebendige Kraft der fallenden Körper nicht das Äquivalent der von den Gravitationswellen abgegebenen Energie sein kann und zwar — wie schon häufig bemerkt — aus dem Grunde, weil die Gravitationswellen bei ihrem gleichmässigen Zuströmen in gleichen Zeitabschnitten nur gleiche Mengen von Energie den Körpern zuführen können, während die lebendige Kraft der fallenden Körper dem Quadrate der Zeit proportional wächst. Die fallenden Körper müssen daher ihre lebendige Kraft aus einer anderen Quelle und zwar, weil sie ihnen nicht in genügender Menge von aussen zugeführt wird, aus sich selbst, aus ihrer eigenen inneren Energie schöpfen. Die aus den Gravitationswellen absorbierte Energie wird dagegen von den Körpern in anderer Weise verwendet, wie wir uns bereits im vorigen Abschnitte überzeugt haben, in Wärme umgewandelt, welche jedoch an der Oberfläche der Erde sich in der allgemeinen Temperatur der Umgebung verliert und daher an den einzelnen denselben Einwirkungen unterworfenen Körpern nicht beobachtet werden kann, bei der Gesamtheit aller irdischen Körper sich aber als innere Erdwärme äussert. Die von den Körpern aus den Gravitationswellen absorbierte Energie kommt somit bei den Erscheinungen der Schwere zunächst nicht in Betracht; sie bringt nur gewisse Formveränderungen bei den inneren Bewegungen der Körper hervor. Da jedoch diese Veränderungen nur Richtungsänderungen sind, bei welchen kein bedeutender Verbrauch von Energie erforderlich ist, so genügt, um sie zu bewirken, auch die geringste Arbeitsleistung. Die von den Gravitationswellen auf die Körper übertragene Energie braucht daher als eine die Erscheinungen der Schwere bloss veranlassende Ursache im Verhältnis zu den hervorgebrachten Wirkungen nicht grösser zu sein als etwa die Arbeit, welche wir zu leisten haben, wenn wir einen Körper auf einer horizontalen Ebene verschieben und dabei von der Reibung abstrahieren, oder als die Arbeit, welche das labile Gleichgewicht eines Körpers stört, oder als die Energie des elektrischen Funkens, der die Explosion des Knallgases hervorbringt. Die kinetische Naturlehre ist daher auch nicht in der Verlegenheit, über den Weltäther und die Gravitationswellen übertriebene Voraussetzungen zu machen, und befindet sich infolge dessen in voller Übereinstimmung mit der scheinbaren Leere und der Widerstandslosigkeit des Weltraumes.

Wenn somit die Energie der Gravitationswellen zu gering ist, um das Äquivalent der lebendigen Kraft bei dem Fallen der Körper zu liefern, so genügt sie doch, um diejenigen Formveränderungen der inneren Bewegungen hervorzubringen, durch welche die Körper in eine beschleunigte, nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtete Bewegung versetzt werden. Durch diese Formveränderungen werden zugleich die Interferenzen der inneren Bewegungen in den fallenden Körpern gestört und ein Teil ihrer potentiellen Energie in Freiheit gesetzt. Die Formveränderungen der inneren Bewegungen sind ausserdem noch stets — wie wir solches bereits nachgewiesen haben — mit einer Überführung der rotierenden Bewegungen in eine translatorische Bewegung oder mit einer äquivalenten Umwandlung der inneren Energie in äussere lebendige Kraft verbunden. Erfolgt diese Umwandlung ausschliesslich auf kosten der aus ihren Interferenzen heraustretenden inneren Bewegungen, d. h. auf kosten der potentiellen Energie, so erklärt es sich, auf welche Weise es möglich ist, dass die Körper von einer bedeutenden Höhe herabfallen können, ohne dass wir im stande wären, an ihnen selbst irgend eine Veränderung wahrzunehmen. Die Gravitationswellen beschränken sich somit darauf, nur den Anstoss zu den Veränderungen zu geben, durch welche die fallenden Körper in Bewegung versetzt werden, weshalb auch an einem bestimmten Orte der Erde bei stets gleichen Gravitationswellen die Beschleunigung durch die Schwere konstant und für alle Körper gleich ist und die Geschwindigkeit der Zeit proportional wächst. Die fallenden Körper erhalten dagegen durch Störung der inneren Interferenzen ihre lebendige Kraft aus sich selbst, aus ihrer eigenen potentiellen Energie. Die lebendige Kraft ist aber stets dem Quadrate der Geschwindigkeit und folglich bei einer konstanten Beschleunigung dem Quadrate der seit Beginn der Bewegung verflossenen Zeit proportional. In demselben Masse wie die lebendige Kraft eines fallenden Körpers zunimmt, vermindert sich seine potentielle Energie; diese ist daher der von uns gesuchte Arbeitsvorrat, der an Energie ebensoviel verliert, wie die fallenden Körper an lebendiger Kraft gewinnen. Die kinetische Naturlehre erklärt somit nicht allein die Beschleunigung der fallenden Körper, sondern sie vermag auch den Ursprung ihrer lebendigen Kraft nachzuweisen. In derselben Weise erklärt sich auch der Druck, den die Körper auf ihre Unterlage ausüben, sowie die Arbeit, welche sie bei ihrem Herabsinken leisten können.

Wenn ein Körper auf einer festen Unterlage ruht, so kann er zwar nicht in eine fallende Bewegung geraten, unterliegt aber nichtsdestoweniger, wie alle übrigen Körper, der Einwirkung der Gravitationswellen. Die Veränderungen, welche seine inneren Bewegungen erleiden, können sich aber nicht als Beschleunigung, noch kann seine frei werdende potentielle Energie sich als lebendige Kraft äussern; sie wird nur auf die Unterlage übertragen und auf diese Weise zwischen den Körpern eine intermediäre Arbeit verrichtet, welche wir als Druck bezeichnen. Indem der belastete Körper dabei etwas zusammengedrückt wird, gelangt auch in ihm durch die eintretenden Veränderungen ein Teil der potentiellen Energie zur Wirksamkeit und wird ebenfalls zu einer intermediären, aber entgegengesetzten, von unten nach oben gerichteten Arbeit verwendet, welche

als Widerstand erscheint und dem ausgeübten Drucke entgegenwirkt. Durch die Arbeit dieses Widerstandes werden die in den Körpern durch Gravitationswellen veranlassten Veränderungen immer wieder rückgängig gemacht, die vergrösserte Ganghöhe der nach dem Mittelpunkte der Erde gerichteten schraubenförmigen Bewegungen wird verkürzt, die gestörten Interferenzen werden wieder hergestellt und die übertragene Energie zurückerstattet. Auf diese Weise bleibt ein Körper auf seiner Unterlage scheinbar unthätig liegen, während doch zwischen beiden ein beständiger Austausch von Bewegungen stattfindet. Die in dem belasteten Körper in Freiheit gesetzte potentielle Energie wirkt aber nicht allein dem Drucke entgegen, sondern in den Flüssigkeiten nach allen Seiten, in den festen Körpern dagegen in der Richtung nach dem Mittelpunkte der Erde, und überträgt auf diese Weise den erhaltenen Druck auf die tiefer liegenden Körper.

Kann ein Körper nicht frei herabfallen, sondern nur arbeitleistend langsam niedersinken, so befindet er sich in einem Zustande zwischen der freien Bewegung und der Ruhe. Durch den Widerstand seiner Unterlage werden jedoch in diesem Falle die durch die Gravitationswellen bewirkten Veränderungen nur teilweise wieder rückgängig gemacht, die Interferenzen nicht vollständig wieder hergestellt und die übertragenen Bewegungen nur zum Teil wieder zurückerstattet. Auf diese Weise gelangt ein Teil der in Freiheit gesetzten potentiellen Energie zu einer äusseren Wirksamkeit, wird dabei auf einen anderen Körper übertragen und je nach den getroffenen mechanischen Vorrichtungen unter einem gleichzeitigen Sinken des Körpers zu einer bestimmten Arbeit verbraucht, die genau äquivalent ist der lebendigen Kraft, welche der Körper bei einem freien Herabfallen von derselben Höhe erreicht hätte, und daher auch äquivalent seinem Verluste an potentieller Energie.

Soll ein Körper in die Höhe gehoben werden, so muss zu dem Widerstande seiner Unterlage noch eine weitere von unten nach oben wirkende Arbeit hinzukommen, welche eine bestimmte Menge von Energie auf ihn überträgt und ihm neue Bewegungen zuführt. Indem diese Bewegungen mit den in dem Körper während seines Emporsteigens unter dem Einflusse der Gravitationswellen aus ihren Interferenzen beständig heraustretenden Bewegungen sofort wieder interferieren, wird die bei dem Herabsinken des Körpers verbrauchte potentielle Energie wieder hergestellt, auf diese Weise ein latenter Arbeitsvorrat angesammelt, der genau äquivalent ist der Arbeit, welche beim Heben des Körpers geleistet wird, und dieser selbst in denselben Zustand zurückversetzt, in dem er sich schon früher auf der Höhe befand.

Soll ein Körper dagegen durch einen einmaligen Stoss in die Höhe hinaufgeworfen werden, so muss man ihm von unten nach oben eine ebenso grosse Geschwindigkeit mitteilen, wie er sie bei seinem Herabfallen erreicht, oder eine Energie auf ihn übertragen, die äquivalent ist der Arbeit, durch welche er wieder auf dieselbe Höhe gehoben werden kann. Durch den Stoss wird zunächst in dem Körper die Ganghöhe der nach dem Mittelpunkte der Erde gerichteten schraubenförmigen Bewegungen seiner Punkte in dem Masse verkürzt, dass er dadurch gezwungen

ist, bei seiner Bewegung im Raume hinter der Erde zurückzubleiben, und uns die Erscheinung einer aufwärts gerichteten Bewegung zeigt. Diese emporsteigende Bewegung kann jedoch von dem Körper nicht mit gleicher Geschwindigkeit fortgesetzt werden; durch den fortwährenden Einfluss der ihn erreichenden Gravitationswellen wird die verkürzte Ganghöhe der nach dem Mittelpunkte der Erde gerichteten schraubenförmigen Bewegungen seiner Punkte wieder vergrössert, seine äussere relative Bewegung dadurch gleichförmig verzögert und zuletzt vollständig aufgehoben, so dass der Körper, auf einer bestimmten Höhe angelangt, momentan sich in Ruhe befindet und von da an wieder zu fallen beginnt. Während des Emporsteigens des Körpers tritt eine Umformung seiner translatorischen Bewegung nach oben in innere Rotationen ein; indem diese Rotationen mit den in dem Körper bereits vorhandenen Bewegungen interferieren, wird ein latenter Arbeitsvorrat als potentielle Energie angesammelt und der Körper überhaupt in den Zustand zurückversetzt, in dem er sich bereits vor seinem Herabfallen befand.

Wir erkennen somit, dass sämtliche Erscheinungen der Schwere sich als Übertragungen der Energie oder als Umwandlungen derselben aus einer Form in eine andere darstellen lassen. Deshalb sind auch: die lebendige Kraft eines fallenden Körpers, die Arbeit, welche er bei seinem Herabsinken leisten kann, die Arbeit, welche ihn wieder in die Höhe hebt, und die Energie, welche ihm mitzuteilen ist, um ihn durch einen einmaligen Stoss emporzuwerfen, unter einander und ausserdem noch der potentiellen Energie äquivalent, die in derselben Zeit im Körper durch die Gravitationswellen in Freiheit gesetzt wird.

Die Schwere ist daher eine von den Körpern untrennbare Eigenschaft, die auf dem Wirksamwerden der potentiellen Energie beruht.

(Fortsetzung folgt.)

Darwinistische Streitfragen.

Von

Moritz Wagner.

III.

Zweckmässigkeit und Fortschritt der organischen Gebilde.

Ein von mir sehr verehrter kenntnisreicher Forscher, der meine verschiedenen Beiträge zur Migrationstheorie mit Aufmerksamkeit gelesen, teilte mir brieflich sein Hauptbedenken gegen dieselbe mit. Diese Lehre, bemerkt er, erkläre nicht die Zweckmässigkeit der Organismen. Selbst wenn man die in meinem letzten Essay dargelegten Hauptthesen unverändert annehmen wollte, würde man doch »vor dem grössten Rätsel der Natur, der Zweckmässigkeit aller organischen Gebilde, der wunderbaren Anpassung all' ihrer einzelnen Teile an die gegebenen Lebensbedingungen noch ebenso ratlos stehen, wie vorher«. Darüber, meinte der verehrte Forscher, gebe die Buchsche Hypothese gar keinen Aufschluss und es sei begreiflich, dass dieselbe gleich anderen Hypothesen vergessen worden, während Darwin doch etwas sehr »Plausibles« darüber zu sagen gewusst habe, was wenigstens sehr vieles erkläre.

Für diese offene Bemerkung eines gemässigten Anhängers der Darwinschen Selektionstheorie bin ich demselben aufrichtig dankbar. Auch Herrn Oskar Schmidt, dessen Haupteinwand gegen die Lehre der Artbildung durch räumliche Sonderung gleichfalls in dem Vorwurfe besteht: »dass dieselbe den unleugbaren Fortschritt in der Organisation der Lebewesen unerklärt lasse«, danke ich für seine verschiedenen Einwürfe, die ich bei einer andern Gelegenheit einer eingehenden Prüfung und Diskussion unterziehen will*.

* Die Erkenntnis der Wahrheit kann durch jede sachlich geführte Polemik immer nur gewinnen. Der geehrte Leser, der sich nicht abschrecken lässt, diese wissenschaftliche Kontroverse bis zum Schlusse mit Aufmerksamkeit zu verfolgen, kann sich, nachdem er alle Thatsachen und Gründe beiderseits gehört und geprüft hat, sein Urteil selbst bilden. Gerne wollen wir hier unseren verehrten Gegnern das Zugeständnis machen, dass die Schwierigkeit eines völlig klaren Erkennens aller Phasen des Prozesses der Artbildung keineswegs allein in der Befangenheit des Forschers liegt, der sich in einer Streitfrage bereits seine bestimmte Meinung

Der Verfasser muss zugestehen, dass er das wichtige Thema der »Zweckmässigkeit« in seinen früheren Aufsätzen nicht eingehend behandelte, indem er eine ausführliche Erörterung dieser interessanten Frage auf den Schluss seiner Beiträge sich vorbehalten wollte. Dieser Darlegung sollte aber eine Mitteilung von besonders bedeutsamen zoogeographischen Thatsachen vorausgehen, welche als Fortsetzung und Ergänzung der bereits 1875 in der Zeitschrift »Ausland« veröffentlichten chorologischen Thatsachen die Migrationstheorie als gute induktive Wahrscheinlichkeitsbeweise stützen sollten.

Um jedoch der begründeten Forderung gerecht zu werden, die volle Übereinstimmung der Migrationstheorie mit der grossen unbestreitbaren Thatsache der Zweckmässigkeit der organischen Gebilde und der fortschrittlichen Richtung des bisherigen Entwickelungsganges nachzuweisen, will ich hier zunächst diese Frage in gedrängter Kürze behandeln und verspreche, die angekündigten chorologischen Mitteilungen im nächsten Aufsatze ausführlich folgen zu lassen.

Der chemisch-physikalische Prozess, den wir Leben nennen, ist noch in Dunkel gehüllt*. Die chemische Analyse lehrt uns wohl die Stoffe kennen, aus welchen die zäh-flüssige, eiweissartige Substanz der

---

gebildet hat und diese den widersprechenden Thatsachen gegenüber nicht aufgeben will, sondern zum guten Teil auch in der Sache selbst. Die inneren Vorgänge der individuellen Variation, welche die Grundursache jeder neuen Formbildung ist, entziehen sich der Beobachtung und die mitwirkenden äusseren Vorgänge, die mechanischen Ursachen, welche bei dem Entstehungsakt eines jeden geschlossenen Formenkreises, den wir Art nennen, eine so wichtige Rolle spielen, sind selbst bei dem aufrichtigen Streben nach strengster Objektivität in ihren Wirkungen oft einer sehr verschiedenen Deutung fähig. Es ist daher gewiss auch die Kompliziertheit des ganzen phylogenetischen Prozesses, welche die Schwierigkeit seines vollen Verständnisses vermehrt. Wir müssen aber, wenn wir uns mit dem vagen vieldeutigen Ausdruck „Auslese im Kampfe ums Dasein", mit dem leider so viele eifrige Darwinisten in Ermangelung eines klaren Begriffes sich benebeln, nicht begnügen wollen, mindestens die relative Thätigkeit der verschiedenen mitwirkenden mechanischen Hauptfaktoren so bestimmt wie möglich zu erkennen suchen. Vielleicht dürften die nachstehenden Bemerkungen und die chorologischen Thatsachen, welche die folgenden Aufsätze enthalten werden, doch ein klein wenig beitragen, gewisse nebelige Vorstellungen bezüglich der wirklichen äusseren Vorgänge bei der Bildung der Arten etwas zu klären.

* Wie schwierig eine genügende Definition des Lebensprozesses ist, zeigt uns Herbert Spencer, einer der geistvollsten und kenntnisreichsten naturphilosophischen Denker der Gegenwart, welcher in seinen „Principien der Biologie", I. Bd. (Stuttgart 1876) dieser Frage zwei lange Kapitel widmet. Nachdem er die verschiedenen Definitionen anderer Denker geprüft und verworfen, macht er das Geständnis: dass seine eigene früher (Westminster Review 1852) aufgestellte kurze Definition: „Leben ist die Koordination von Vorgängen" und die später von ihm veränderte Fassung: „Leben ist die bestimmte Kombination ungleichartiger, sowohl gleichzeitiger als auch aufeinander folgender Veränderungen" unvollständig und ungenügend seien. Zuletzt glaubt Herbert Spencer „die allgemeinste und vollkommenste Definition" in der Formel gefunden zu haben: „Leben ist die fortwährende Anpassung innerer Relationen an äussere Relationen." Doch uns dünkt, dass auch diese dürftige Formel des berühmten britischen Naturphilosophen zu wenig sage und dass auch dieses Wenige unklar genug sei. Verständlicher und bestimmter dürfte folgende Definition sein: „Leben ist ein temporärer Zustand der Materie, welcher, die innere Selbstthätigkeit des Organismus erregend und erhaltend, diesen gegen die zersetzenden äusseren Einwirkungen schützt."

organischen Zelle besteht. Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, zu denen meist auch noch Schwefel und Phosphor kommen, bilden jene komplizierten chemischen Verbindungen, welche wir »Protoplasma« nennen. Doch die künstliche Darstellung dieses Protoplasma ist der organischen Chemie bis heute nicht gelungen und die Lösung des grossen Problems bleibt daher einer vielleicht noch ziemlich fernen Zukunft vorbehalten. Die Physiologie hat uns indessen mit manchen sehr merkwürdigen Eigenschaften dieses Protoplasma und der Zelle bekannt gemacht. Man weiss, dass jede belebte Zelle die Fähigkeit hat, Nahrung aufzunehmen und sich zu vermehren entweder durch Ansatz neuer Zellen oder bei den niedersten Organismen durch Teilung. Es ist der Prozess des Wachstums und als solcher wird auch die Fortpflanzung von den Physiologen aufgefasst. Die Zellen sind bekanntlich auch befähigt, sich zu Fasern, Röhren, Häuten u. s. w. umzubilden und grössere Körperteile von eigentümlichem Bau, die wir Organe nennen, zusammenzusetzen. Als die wichtigste Eigentümlichkeit, durch welche belebte Körper von den leblosen sich unterscheiden, darf ihre von innen heraus wirksame Thätigkeit gelten, welche auch ohne unmittelbaren äusseren Anstoss stattfindet und die man als Spontaneität oder Selbsterregung bezeichnet. Lebendige Körper wachsen durch innere Vervielfältigung und Umwandlung der zelligen Gebilde gleichsam nach einem innewohnenden Typus, der als Vererbung schon in den Fortpflanzungszellen durch verschiedenartige Gruppierung der Atome seinen Ausdruck findet.

In chemischer Beziehung hat man den Lebensprozess als eine fortwährende Umwandlung, Ausscheidung und Neubildung aufgefasst, mittels welcher die individuelle Form und Struktur sich zu erhalten und den zersetzenden äusseren Einwirkungen, besonders des atmosphärischen Sauerstoffes, zu widerstehen vermag. Auch die Elektrizität spielt im Lebensprozess eine unzweifelhaft bedeutsame, wenn auch noch nicht hinreichend erkannte Rolle, besonders in der Nerventhätigkeit der höheren Organismen, bei welchen elektrische Ströme als Reize wirken und den Nerv in Thätigkeit versetzen. Die mikroskopische Beobachtung zeigte uns auch die winzigen Körnchen, die, mit elektrischen Gegensätzen behaftet, im Protoplasma der Zelle sich hin und her bewegen. Lässt man auf das Protoplasma Kräfte wirken: Elektrizität, Licht, Wärme, so wird das elektrische Gleichgewichtsverhältnis zwischen diesen Molekülen gestört. Es erfolgt eine Lageveränderung derselben und damit eine Gestaltveränderung des ganzen Protoplasmatropfens, welche nach dem Aufhören des Reizes, wenn derselbe keine Zerstörung der Substanz bewirkt, einer zweiten Gestaltveränderung Platz macht. Man hat diese merkwürdige Erscheinung »die Kontraktilität« des Protoplasma genannt.

Wir begnügen uns mit diesen kurzen Hindeutungen auf einige bedeutsame Erscheinungen des Lebensprozesses, da wir es hier nur mit der an uns gestellten Frage nach den wirksamen Ursachen der zweckmässigen und fortschrittlichen Gestaltung der Organismen zu thun haben, zu deren Erklärung auch die Migrationstheorie einen nicht unerheblichen Beitrag liefert.

Folgende diskutierbare Sätze stützen sich auf bekannte Thatsachen und tragen daher die Berechtigung ihrer Schlüsse in sich selber:

1) Der Vermehrungstrieb der organischen Zelle und die bildsame Beschaffenheit des von einem Lebensstrom bewegten Protoplasma bedingen deren Befähigung zur Bildung plastischer Organe. In der plastischen Eigenschaft* belebter Organe ist die natürliche Anlage zu einer progressiven Gestaltung enthalten.

2) Jedes plastische Organ, das durch seine Lebensbedürfnisse geleitet in zweckthätiger Richtung funktioniert, muss sich durch anhaltenden Gebrauch aus eigener Kraft auch möglichst zweckmässig gestalten. Durch fortgesetzte zielstrebige Bewegung konstruiert sich ein Komplex verschiedener Organe (Organismus) in gegenseitiger Abhängigkeit (Korrelation), die den gegebenen Verhältnissen möglichst angepasste Form, deren allmählich gewonnener typischer Charakter sich in den Fortpflanzungszellen auf die Nachkommen vererbt.

3) Der erlangte Grad von zweckmässiger Gestaltung jedes einzelnen Organismus, d. h. die möglichste Anpassung an die gegebenen Verhältnisse ist teilweise von dessen individueller Anlage, hauptsächlich aber von der stärkeren oder schwächeren zweckthätigen funktionellen Übung seiner einzelnen Organe abhängig, welche durch die äusseren Lebensbedingungen mehr oder minder angeregt und bestimmt wird.

4) Jede Änderung in der Funktion der Organe muss, wenn sie längere Zeit dauert, auch entsprechende morphologische und physiologische Veränderungen des Organismus bei allen Arten herbeiführen, welche noch im Stadium der Variabilität stehen.

5) Migrationen und isolierte Kolonienbildungen geben durch den Wechsel der Lebensbedingungen, der jede Isolierung begleitet**, zu Änderungen im Gebrauch der Organe stets einen starken Impuls.

6) Jede räumliche Absonderung einzelner oder weniger Emigrantenpaare an neuen Standorten muss, wenn sie längere Zeit dauert, neue Formen hervorbringen sowohl durch ungestörte Fortbildung persönlicher Eigenheiten (individueller morphologischer Merkmale und physiologischer Eigenschaften) der ersten Kolonisten in ihren Nachkommen bei blutsverwandter Fortpflanzung als durch funktionelle Anpassung des Organismus an die veränderten Lebensbedingungen (Nahrung, Klima, Bodenbeschaffenheit, Konkurrenz) der Kolonie.

7) In der unermesslichen Mehrzahl der Fälle ist die einfache funktionelle Anpassung isolierter Organismen an veränderte Nahrungsverhältnisse für sich allein schon genügend, neue Arten auszuprägen ganz unabhängig vom »Kampf ums Dasein«, d. h. von der Konkurrenz mit anderen Organismen, auch wenn letztere als begleitende Erscheinung wirklich existiert und als ein untergeordneter auf den Transformations-

* Plastizität wäre kürzer und richtiger mit der Definition, welche Böttger diesem Wort gibt: „Bildsamkeit durch eigene Kraft."

** Jede Isolierung einzelner Kolonisten in einem neuen Wohnbezirk ist von einer längeren Unterbrechung der Nahrungskonkurrenz mit den Artgenossen begleitet, auch wenn die übrigen Verhältnisse des veränderten Standortes von denen des Wohngebietes der Stammart nicht abweichen.

prozess nur wenig influierender Faktor in vielen einzelnen Fällen zu einer geringen Steigerung der Differenzierung beitragen kann.

8) Die Befestigung und Erhaltung jeder Neubildung hängt von einer genügenden Dauer der Kreuzungsverhinderung mit ihrer Stammform ab. Ungehinderte Massenkreuzung aller durch geschlechtliche Befruchtung sich fortpflanzenden Organismen und bei den niedersten geschlechtslosen Formen das massenhafte Beisammenwohnen im gleichen Areal lähmen die Wirksamkeit der Variabilität, indem sie beginnende Varietäten wieder zerstören. Freie Kreuzung bringt stets eine annähernde Gleichförmigkeit der Individuen eines geschlossenen Formenkreises hervor und gibt jedem Transmutationsprozess einer neuen Speziesform innerhalb eines begrenzten Wohngebietes den Abschluss.

9) Ein mässiger Fortschritt der Differenzierung muss in allen Fällen stattfinden, wo vorteilhaft ausgestattete individuelle Varietäten sich dauernd isolieren. Ein stärkerer Fortschritt der Organismen wird nur in solchen Fällen zustandekommen, wo abnorm günstige individuelle Varietäten von Emigranten mit einem ihrer persönlichen Anlage entsprechenden günstigen neuen Standort (Kolonie) zusammentreffen. Man darf annehmen, dass ein derartiges günstiges Zusammentreffen unter 100 Fällen von Differenzierung kaum einmal eintritt, denn die grosse Mehrzahl der Arten einer Gattung sind indifferente (gleichgültige) Formen, an welchen kein wirklicher organischer Fortschritt erkennbar ist.

10) Eine fortschrittlich differenzierte Art oder Gattung wird sich durchschnittlich in ihrer zeitlichen Existenz länger erhalten, als eine indifferente Form gleichen Alters. Doch hat die morphologische und physiologische Ursache ihrer längeren Erhaltung mit der mechanischen Ursache ihrer Bildung und Entstehung nichts zu thun.

Auch vorteilhaft ausgestattete Arten und Gattungen verfallen dem Gesetze der Zeit, d. i. dem allmählichen Altern und Erlöschen. Dieselben werden aber von Speziesformen jüngern Ursprungs, auch wenn letztere oft morphologisch weniger günstig ausgestattet sind, überdauert, wie uns besonders viele erloschene Typen aus der Tertiärperiode beweisen.

Zu einem deutlichen Verständnis der einfachen äusseren Vorgänge bei der Bildung fortschrittlicher Arten und konstanter Varietäten wollen wir uns hier nur auf einige wenige Beispiele aus dem Tierleben beschränken.

Wenn ein Paar Wölfe aus einem Steppenlande, wo eine stärkere Konkurrenz ihrer Artgenossen stattfindet, dieser Mitbewerbung sich entziehend, in das anstossende Gebirge wandert, wo noch keine Wölfe sind und wo sie gleichwohl bei der Armut an Säugetieren ihre Beine stärker anstrengen müssen, um sich Nahrung zu verschaffen, so ist die Entstehungsursache einer neuen fortschrittlich organisierten langbeinigen Abart von Gebirgswölfen, wie sie uns Schleiden beschrieben, sehr einfach begreiflich. Die Variabilität war die Grundbedingung; der Emigrationsakt gab den äusseren Anstoss; die starke Übung der Beine bestimmte in Verbindung mit der individuellen Anlage der Einwanderer die Richtung der Variation. Die dauernde räumliche Absonderung und Kreu-

zungsverhinderung mit der Stammart befestigten dieselbe. Eine Auslese durch den Konkurrenzkampf hatte hier gar nichts zu thun, sondern, im Gegenteil, die neue fortschrittliche Form begann ihre Bildung, indem einzelne Individuen der intensiven Konkurrenz mit ihren Artgenossen der Steppe sich durch Emigration entzogen und ihren neuen Wohnsitz ausserhalb des Areals der Stammart versetzten.

Auf den Falklandsinseln kommt der *Canis antarcticus* vor, der sich auf diesem Archipel höchst wahrscheinlich aus isolierten Emigranten einer verwandten *Canis*-Art vom amerikanischen Festlande bildete. Die Einwanderung der letzteren konnte durch schwimmende Eisberge während der Eiszeit leicht vermittelt werden. Die Naturverhältnisse der Falklandsinseln, wo die starke Brandung mit der Bewegung von Ebbe und Flut zahllose Seetiere an das Ufer spült und sehr viele Seevögel nisten, boten dem eingewanderten Raubtiere eine günstige Heimat und so konnte sich daher bei vorteilhafter Veränderung der Nahrung, deren Erlangung jedoch bei der Grösse und der orographischen Beschaffenheit dieser Inseln eine verstärkte funktionelle Anspannung der verschiedenen Organe erheischte, eine grössere und stärkere *Canis*-Art entwickeln, als im gegenüberliegenden Patagonien.

Auf den kleineren Inseln an der Westküste von Unterkalifornien sehen wir den umgekehrten Fall. Der dort einheimische Fuchs ist kleiner und schwächer, als die ihm nächst verwandten Fuchsarten auf dem gegenüberliegenden Festlande. Er repräsentiert eine verkümmerte Form infolge einer kargern Ernährung und geringern Bewegung auf diesem Eilande, welches viel kleiner ist als die Falklandsinseln und an Fischen, Schaltieren und Seevögeln nicht den gleichen Nahrungsreichtum bietet. In jedem der beiden Fälle war offenbar die Einwanderung und dauernde Absonderung die anstossgebende äussere Ursache der morphologischen Veränderungen dieser insularen Säugetiere.

Noch bestimmtere Beispiele zeigen gewisse endemische Vogelgattungen der ozeanischen Inseln. Auf den Galapagos kommt eine Gruppe von Finken vor, welche dieser Inselgruppe eigentümlich sind und in der Struktur ihrer Schnäbel, in den kurzen Flügeln, in der Körperform und in der Farbe ihres Gefieders eine so nahe Verwandtschaft miteinander zeigen, dass der erfahrene Ornithologe Gould keinen Anstand nimmt, sie sämtlich als aus einem Stammpaar durch Differenzierung hervorgegangen zu betrachten. Die Zahl dieser 13 verschiedenen, aber nächstverwandten Vogelarten entspricht der gleichen Zahl der Inseln dieses Archipels und es ist sehr wahrscheinlich, dass jede Art sich auf einer anderen Insel durch Emigration und Übersiedelung eines Stammpaars gebildet hat. Wenn auch jetzt auf einigen der grösseren Inseln zuweilen mehrere Arten vorkommen, meist an getrennten Standorten, so besitzt doch in der Regel jedes einzelne Eiland seine besondere Art.

Der morphologische Unterschied der einzelnen Spezies und Untergattungen dieser Finkengruppe (*Geospiza*), welche Gould genau beschreibt, besteht hauptsächlich in der sehr verschiedenen Grösse und Dicke des Schnabels, der bei 6 Arten zwischen der Schnabelform eines Kernbeissers und der eines Buchfinken, ja selbst eines Sylviaden schwankt.

G. magnirostris besitzt den grössten und stärksten Schnabel, welcher bei *G. fortis* auf der Nachbarinsel schon wesentlich reduziert ist, bei *G. parvula* die Form unseres Buchfinken trägt und bei der Gattung *Certhidea*, welche Gould noch als stammverwandt mit dieser insularen Finkengattung betrachtet, fast die Schnabelform eines Rotkehlchens zeigt.

Die somatischen Veränderungen, welche diese endemischen Finkenarten durch ihre Ausbreitung und Absonderung auf den verschiedenen Inseln des Archipels erfahren haben, lassen sich mit voller Berechtigung als fortschrittliche bezeichnen, denn sie sind in der Regel den Nahrungsverhältnissen jeder Insel vortrefflich angepasst. Je nachdem der sehr variable Vogel vorzugsweise nur Quaivritobeeren oder härtere Körner und Samen anderer Pflanzen oder wie die beiden Arten der Untergattung *Cactornis* vorzugsweise die Blätter, Blüten und Früchte der Kaktusstauden verzehrt, hat sich besonders die Schnabelform dieser Vögel auf den verschiedenen Inseln verändert und je nach der grösseren und geringeren Arbeitsleistung dieses Organs hat sich dasselbe gestaltet. Den zwingenden Anstoss zu dieser morphologischen Veränderung gab augenscheinlich die von einer einzigen Insel, dem ersten Bildungszentrum, ausgegangene Emigration. Jedes Emigrantenpaar, welches ein von den Artgenossen bereits stark bevölkertes Eiland verlassend den trennenden Meeresarm überflog und auf einer von Finken noch unbewohnten Nachbarinsel sich ansiedelte, wurde das Stammpaar einer neuen Form, welche, von der nivellierenden Wirkung der Massenkreuzung befreit, bei veränderter zweckthätiger Übung der Organe in fortschrittlicher Richtung sich adaptierte. Wirkliche Raubtiere fehlen auf den Galapagos. Der einzige vorkommende Falke jagt nicht Vögel, sondern nährt sich ähnlich wie die amerikanische aasfressende Gruppe der Polybori vorzugsweise von toten Schildkröten. Von einer Auslese durch den Konkurrenzkampf kann hier keine Rede sein. Die fortschrittliche Transformation vollzog sich auch hier bei verminderter Konkurrenz der Artgenossen in ganz friedsamer Weise, so oft eine Einwanderung auf einer neuen Insel erfolgte. Das ist keine Selektion im »struggle for life!«

Aus anderen formenreichen Tierklassen, besonders aus den verschiedenen Ordnungen der Insekten könnten wir eine ziemlich beträchtliche Zahl von Arten und Gattungen anführen, deren Merkmale als ein morphologischer Fortschritt im Vergleiche mit den nächst verwandten Nachbarformen mit Fug und Recht gedeutet werden dürfen. Auch hier ist man aus zahlreichen chorologischen Thatsachen wohl berechtigt, die Migration und die sie begleitende Änderung in der zweckthätigen Funktion gewisser Organe bei veränderten Nahrungsverhältnissen des neuen Wohngebietes als die einfach wirkenden äusseren Ursachen dieser fortschrittlichen Differenzierung zu betrachten. Wenn wir z. B. in der artenreichen Käferfamilie der Melasomen neben der schwerfällig gebauten Gattung *Pimelia* eine andere schlanker gebaute und mit längeren Beinen ausgestattete Form, die Gattung *Adesmia* bemerken, so ist es uns aus dem chorologischen Vorkommen ihrer meisten Arten in nahrungsärmern Gegenden des afrikanischen Litorals und der Sandwüsten Westasiens wohl begreiflich, dass bei der Notwendigkeit einer stärkeren Bewegung zur Beschaffung

der Nahrung an ihren sandigen Standorten, also bei einer verstärkten Arbeitsleistung der Beine, eine derartige vorteilhafter ausgestattete Gattungsform sich bilden musste. Analoge Beispiele, welche, auf chorologische Thatsachen gestützt, als induktive Wahrscheinlichkeitsbeweise gelten können, lassen sich auch bei anderen Tierklassen in nicht geringer Zahl nachweisen. Allerdings können es der Natur der Sache nach eben immer nur Wahrscheinlichkeitsbeweise sein. Wir dürfen niemals vergessen, dass der grosse Prozess der Gestaltung und Umgestaltung der Organismen, bei welchem die Migrationen und isolierten Kolonienbildungen eine so einflussreiche Rolle spielten, bereits eine unermessliche Vergangenheit hinter sich hat. Ein heller Einblick in die phylogenetischen Detailvorgänge einer Entwickelungsgeschichte von so ungeheurer Dauer bleibt uns versagt, da in jenen vergangenen Perioden der denkende Beobachter, der Kulturmensch, noch gar nicht existierte. Nur induktive Schlüsse sind daher möglich. Wer andere Beweise verlangt, der beweist damit nur sein eigenes mangelhaftes Verständnis der Frage.

Es ist eine alte Erfahrung, dass man gerade auf die einfachsten und natürlichsten kausalen Deutungen der von uns noch nicht ergründeten oder nicht hinreichend verstandenen Geheimnisse unserer sogenannten Schöpfung gewöhnlich am spätesten kommt und dass die minder einfache Interpretation, besonders wenn dieselbe eine kleine mystische Dosis als Beigabe enthält, in der Regel mehr Erfolg hat. Zuletzt bleibt freilich die nüchterne Wahrheit doch eine noch stärkere Macht. Eine andere Ursache der Schwierigkeit des Aufkommens reformierender Ansichten liegt in der Gewohnheit und Bequemlichkeit des Menschen, der seine herrschende Vorstellung nicht gerne aufgibt. Das ist auch häufig bei denjenigen Naturforschern der Fall, welche sich bereits eine bestimmte Meinung gebildet haben und diese nicht ändern wollen. Wird trotzdem eine neue These zuletzt als richtig und wahr erkannt, so wundern sich gewöhnlich viele, dass man dieselbe nicht schon längst als solche erkannt und formuliert habe: »da sie ja auf ganz bekannten Thatsachen fussend eigentlich nichts Neues enthalte.«

Gustav Jäger bemerkt bezüglich der Deszendenztheorie einmal ganz richtig: »dass auch zu jener Zeit, wo die Abstammungslehre bereits stark in der Luft lag, ihre stillen Anhänger wohl die Schlüssel zur Erklärnng in der Hand hielten, dass sie aber in den Hauptpunkten, auf die es ankam, das Schlüsselloch nicht fanden.«

Vielleicht geht es mit der so oft wiederholten Frage nach der Ursache der zweckmässigen Formen aller Lebewesen und ihrer so einfachen Erklärung ebenso. Man könnte das Gesetz der Zweckmässigkeit und des Fortschrittes in grösster Kürze mit den Worten ausdrücken: »Die möglichst zweckmässige Gestaltung der Organismen ist eine notwendige Folge der zweckthätigen Übung ihrer einzelnen Organe. Der morphologische Fortschritt resultiert aus dem zufälligen Zusammentreffen günstiger individueller Variationen mit einem günstigen Wechsel der Lebensbedingungen in einem neuen Wohngebiet.«

Moor und Torf.*

Ein Beitrag zur Untersuchung über die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate.

Von

Clemens König in Dresden.[1]

Die Bedeutung der Moorfrage. Blytt's Plaidoyer. Disposition der Widerlegung. 1. Die eingehaltene Untersuchungsmethode erzwingt Blytt's Resultaten eine Aufnahme sub conditione. 2. Auf logischem Gebiete bleibt das Plaidoyer fehlerreich.

Wohl niemals dürften die Torfmoore die allgemeine Aufmerksamkeit der Touristen auf sich lenken. Denn im Sommer, wenn der Wanderer Erholung und Genuss sucht, findet er hier — Kot, Strapaze, Langeweile. Dem weidenden Hornvieh müssen Bretter unter die Füsse gebunden werden, damit es nicht einsinke. Höchst selten sind die wenigen Orte, wo Menschen wohnen, zu Pferd und Wagen erreichbar. Zumeist gilt es, mit langen Springstöcken ausgerüstet, von Hügel zu Hügel, von Bulte zu Bulte zu springen und so kreuz und quer im wunderlichen Zickzack dem vorgesteckten Ziele entgegenzueilen. Jeden Fehlsprung rächt sofort der hervorquellende schmutzige Pfuhl. Wenn die Dämonen der Nacht den Verspäteten irreleiten, dann kann für denselben der Ausgang so tragisch werden, wie ihn Kabsch[2] meisterhaft geschildert.

Im Frühling und Herbst dagegen, wann Schnee und Regen ungebeten Ergiebiges leisten, wird das Moor weg- und pfadlos. Hingegen im Winter, wenn das trauliche Heim die Touristen festhält und die beissende Kälte das Erdreich erstarrt und aus stehendem Wasser allerorten tragfähige Brücken konstruiert, ist das Moor leicht zu überschreiten; aber die einförmige, Leben weckende Pflanzenwelt, obgleich nur Heiden und Gräser, und in der Hauptsache nichts anderes als Gräser und Heiden aufweisend, liegt unter der toten Schneedecke vergraben.

Und trotz alledem bleiben die weiten Torfmoore hochinteressante und bedeutungsvolle Glieder im Organismus unseres Planeten.

Hochinteressant sind sie für den Geographen und Touristen. Wer

---

* Dieser Aufsatz ist seit Anfang Januar 1884 in unseren Händen. Die Red.

[1] Auf Herrn Blytt's Bemerkungen im Kosmos 1884, I, S. 254 ff. werde ich zunächst im folgenden Hefte des Kosmos eine Berichtigung und später, wenn mir mehr Zeit und noch mehr Stoff zu Gebote steht, eine selbständige Schrift folgen lassen. Cl. König.

[2] Kabsch, Das Pflanzenleben der Erde. 1865. S. 212.

beispielsweise zwischen Hesepertwist und Ruetenbrock[1] das Moor von Bourtange und Twist kreuzt, wird hier, wo kein Baum, kein Strauch, keine Hütte, noch sonst ein Gegenstand von der Höhe eines Kindes auf der buckeligen Decke steht, das Schauspiel geniessen, seinen Blick, in welcher Richtung er auch über die unermessliche Einöde dahinfliege, von der reinen Kreislinie gefangen und eingeschlossen zu sehen, ein Schauspiel, welches sich sonst nirgends auf dem festen Boden darbietet. Mächtig wird das empfängliche Gemüt durch den Zauber tiefen Friedens und heiliger weltvergessender Sehnsucht ergriffen. Unvergesslich bleibt ihm die gewordene Lektion: die Natur ist überall, selbst da, wo sie mit den geringsten Mitteln und in einförmigster Verkettung schafft, — gross, überwältigend, erhaben.

Hochinteressant ist das Torfmoor ferner für den sammelnden Botaniker. Hier, wo das Ackerland nach sechs Ernten eine dreissigjährige Brache erfordert[2], wo die Bevölkerung eine sehr bemerkbare Auflockerung erfährt, wo der rationelle Landbau von den kleinen Dörfern, den weit auseinander gelegenen Kulturzentren, nur in langsamen, kraftlosen Wellen über die weite Fläche hinzieht, hier müssen sich relativ grosse Zwischengebiete mit einer Vegetation vorfinden, auf deren Zusammensetzung der Mensch so gut wie keinen Einfluss ausgeübt hat. Diese Zwischengebiete zeigen uns die letzten Stücke der ursprünglichen Pflanzendecke, ohne damit zu sagen, dass dieselbe in allen ihren Teilen gerade derartig zusammengesetzt gewesen. Die Formation des Moores ist ausserdem zugleich zu einem Asyl geworden, wo verdrängte Geschlechter ihre letzten Tage verleben und von längst verschwundenen Zuständen und verklungenen Zeiten erzählen. Hierin wurzelt das überaus hohe Interesse, womit das Studium der Torfflora so reichlich lohnt.

Das Moor ist aber mehr als interessant; es ist sogar in vieler Beziehung sehr bedeutungsvoll.

Vorerst erscheint es als ein gross angelegter Speicher, welcher oft überreich mit rezenter Kohle bester Art angefüllt ist. Wollte man z. B. dem Bourtanger Moor auch nur eine mittlere Tiefe von 10 Fuss beimessen, so wäre hier ein unausgebeuteter Schatz von 250 Kubikmeilen des vorzüglichsten Brennstoffes vorhanden und kommenden Geschlechtern eine fast unerschöpfliche Quelle des Wohlstandes sicher gewahrt[3]. Sie zu erschliessen, bedarf es vieler Hände und reicher Mittel. Statt immer nur Expeditionen auszurüsten, welche respektable Summen nach Afrika tragen und keine Kolonien gründen, sollten wir daran denken, unser nordwestliches Deutschland mit noch mehr grossen Kanälen zu durchziehen. Dem

[1] Grisebach, Gesammelte Abhandl. S. 45.

[2] Finke, Der Moorrauch in Westfalen. 1825. S. 25. Guthe, Die Lande Braunschweig und Hannover. S. 60, 61.

[3] Grisebach, l. c. S. 78. Guthe, l. c. S. 59. „Eine 10 Fuss mächtige Schicht würde beim Zusammentrocknen auf etwa die Hälfte reduziert werden. Die so erhaltene Mächtigkeit von 5 Fuss würde ihrer Heizkraft nach einem Steinkohlenlager von 3 Fuss Mächtigkeit entsprechen. Nehmen wir nun die produktive Moorfläche zu etwa 100 Qu.-Mln. an (die Prov. Hannover allein hat 101,94 Qu.-Mln. produzierende Fläche), so würde unser im Torf enthaltenes Brennmaterial unsere jährliche Steinkohlenproduktion um das Zehntausendfache übertreffen.“

einzelnen wäre dann vielmehr Gelegenheit geboten, rechtwinkelig anschliessende Nebenkanäle verschiedenen Ranges auszuwerfen. Das Schiff macht den Fehntjer selbständig, und das reichgegliederte Kanalsystem verwandelt die aufblühende Fehne (Moorkolonie) zugleich in eine Schule des Schiffbaues und der Seeschiffahrt, ein Umstand, welcher wiederum gewiss klar genug für die Wichtigkeit der Moorkolonien zeugen dürfte. Sobald aber der rationelle Landbau in diese Distrikte eingezogen, ist die Basis für einen Wohlstand geschaffen, welcher nicht durch Krisen und Konjunkturen gefährdet, sondern, stetig weiter geführt, einen intensiven Ackerbau grosszieht und unserem nordwestlichen Deutschland eine glückliche Zukunft verheisst, wie sie das schwesterliche Holland in Gegenwart fröhlich geniesst[1]. Eine solch anmutige, verlockende Aussicht lässt den Nationalökonomen gern bei den Moordistrikten verweilen und wünschen, dass dem Lande bald ein zweiter Diedrich von Veelen[2], ein zweiter Findorf[3] werde. Damit ist jedoch die Bedeutung der Moore noch nicht erschöpft.

Von gleichhohen und gleichnachhaltigen Reizen der Moore spricht begeisternd ferner der spekulative Forscher. Durch die Art ihres Schaffens, dass rezente Kohle entsteht, geben sie ihm einen nicht misszuverstehenden Fingerzeig, in welcher Weise die Natur bei der Erzeugung mineralischer Kohlen verfahren. Durch die Möglichkeit, die hier aufgespeicherten Pflanzenreste erforschen und bestimmen zu können, werden ihm die Moore zu gewaltigen Denkmalen organischer Thätigkeit, zu gut verwahrten Archiven voll gewichtiger Urkunden über längst vergangene Zustände. Denn, wer die Reste der in verschiedenen Torfetagen liegenden Pflanzen erkannt, rekonstruiert damit die einstmaligen Physiognomien des Moores. Da aber jede Pflanzenart, wie De Candolle sehr richtig meint, ein Spezialthermometer ist, dessen Nullpunkt da liege, wo die atmosphärische Wärme ausreicht, das Pflanzenei keimen oder die Knospen schwellen zu lassen, da jede Pflanzenart, wie Grisebach immer und immer an bestimmten Beispielen hervorhebt, die zusagende Temperatur und Feuchtigkeit eine gewisse Anzahl Monate hindurch ununterbrochen geniessen muss, so kann aus der Existenz der im Moor gefundenen Pflanzen sogar auf den Zustand des Klimas zurückgeschlossen werden, vorausgesetzt, dass die Grenzwerte der betreffenden Pflanzen bekannt sind. Von diesem Gesichtspunkte aus, welchen Rennie wohl zuerst andeutend verfolgte und zwar bereits 1807, betrachtet Blytt die Moore des südöstlichen Norwegens, er verknüpft den geschilderten Gesichtspunkt mit den Hebungserscheinungen seines Landes. Aus ersterem leitet er einen mehrmaligen regel-

---

[1] Grisebach, l. c. S. 115 ff. Krümmel im Atlas des Deutschen Reiches, 1876. I. Teil. S. 15. Guthe, l. c. S. 66, 68. Jetzt zählen die Gebiete an der mittleren Ems nur ca. 1000 Einw. auf eine Qu.-Ml. Jedoch die 19 Fehne Ostfrieslands umfassten 1858 in Summa $1^5/_7$ Qu.-Mln., wovon noch nicht eine volle Qu.-Ml. in Kultur genommen war, und diese hatte 153 233 Einw.

[2] Diedrich von Veelen legte nach dem Muster der Holländer 1675 diejenige Moorkolonie an, welche heute die blühendste von allen ist - Papenburg.

[3] Karl Findorf, — auf dem Heiderberg bei Worpswede ist ihm ein Denkmal errichtet — arbeitete (ca. 1760) mit seltenem Eifer an der Kultur der Moore des ehemaligen Herzogtums Bremen. 90 Kolonien hat er nach und nach gegründet (1720 die erste).

mässigen Wechsel von kontinentalen und insularen Klimaten und aus letzteren ein Zeitmass her, nach welchem der Bildungsprozess von Torfmassen verlaufe.

Sein Ideengang, soviel als möglich mit seinen eigenen Worten wiedergegeben, ist in Kürze folgender:

Der Torf besteht zum wesentlichsten Teile aus Überresten von Sumpf- und Wasserpflanzen, die an Ort und Stelle gewachsen sind und durch Wasser und Feuchtigkeit gegen die Einwirkung der Luft und die Verwesung beschützt werden. Viele Moore waren ursprünglich kleine Teiche. Zuerst fanden sich Wasserpflanzen und Wassertiere ein, später Sumpfpflanzen, besonders Sumpfmoose, die *Sphagnum*-Arten, welche einen nachgebenden, schaukelnden Teppich über dem Wasserspiegel bildeten. Erreichte die Moosdecke allmählich eine grössere Dicke, dann presste sie die unterliegenden Schlammschichten mehr und mehr zusammen, und die Torfschicht sank unter fortgesetztem Wachstum jener nach, bis sie endlich oft den ganzen Teich ausfüllte. Jedoch der eigentümliche anatomische Bau, welchen die Sphagnum-Arten besitzen, befähigt sie, auch an solchen Stellen Torf zu bilden, wo kein Wasserspiegel vorhanden. So findet man häufig Moore, die auf altem Waldboden ruhen. Waldreste und Baumstümpfe liegen aber auch schichtenweise zwischen dem *Sphagnum*-Torf. Die ältesten norwegischen Moore, deren mittlere Tiefe 16 Fuss beträgt, haben folgenden Bau:

Obenauf liegt eine Schicht von fast oder durchaus unvermischtem *Sphagnum*, welche 4 bis 6 Fuss mächtig ist. Darunter ruht zunächst eine Lage von Wurzelstöcken mit einzelnen umgeworfenen Stämmen, zumal von Kiefern und Birken. Weiter abwärts folgt eine dunkle Schicht aus mehr oder weniger verändertem *Sphagnum*-Moos. Daran schliesst sich in einer Tiefe von 8 bis 10 Fuss eine ältere Wurzelschicht, noch tiefer folgt eine holzfreie Lage fetten Brenntorfes, dann bei 12 bis 14 Fuss eine dritte Waldschicht und darunter liegt, auf Lehm oder Sand ruhend, eine an Mächtigkeit variierende Torfschicht. So sind die ältesten Moore aus vier *Sphagnum*- und drei Lagen von Wurzelstöcken und Waldresten gebaut.

Diese Wurzelstöcke sind nicht Reste von durch Menschenhand gefällten Bäumen, sondern von Bäumen, welche einst das trockengewordene Moorgebiet überzogen. Denkt man sich nun, so plaidiert Blytt weiter, dass diese Waldmoore aufs neue nässer würden, so würde offenbar der Wald zu Grunde gehen, und das *Sphagnum*-Moos würde aufs neue die Oberhand bekommen und die Wurzelstöcke überwuchern. Aus diesen Mooshügelchen mit ihren alten Wurzelstöcken würden sich im Laufe der Zeit Wurzellager derselben Art bilden, wie wir sie in den älteren Torflagern finden.

Die Wurzellager bedeuten somit Zeiten, wo die Oberfläche des Moores trockener war als sonst, Zeiten, in welchen die Torfbildung vielleicht Tausende von Jahren hindurch aufhörte, um später wieder aufs neue anzufangen. Um diese Änderungen im Feuchtigkeitszustande zu erklären, darf man nicht lokale Ursachen, wie Ver-

dämmung des Ablaufes, Sinken der Oberfläche, Ausgrabungen durch Bäche u. s. w., sondern muss vielmehr die Theorie der wechselnden trockenen (kontinentalen) und feuchten (insularen) Klimate heranziehen. Wenn die Regenmenge und Feuchtigkeit der Luft sich veränderte, musste auch die Oberfläche der Moore trockener und feuchter werden, und in solcher Weise werden sich dann im Laufe der Zeiten derartige abwechselnde Schichten von Torf und Waldresten gebildet haben, wie wir dieselben in unseren Mooren finden.

Wenn der Wechsel von Torf- und Waldschichten auf lokale Gründe zurückzuführen wäre, dann müsste man auch in den nassen Mooren ebenso oft Wurzelschichten finden, als in den trockenen; denn solchen Falls müssten ja doch auch manche Moore gegenwärtig nässer sein, als früher. Die Moore sind gegenwärtig im grossen Ganzen trockener als früher; sie sind mit Wald und Heide bedeckt, und nur da, wo die Oberfläche in unseren Tagen wald- und heidebewachsen ist, finden sich Wurzellager. Soweit meine Erfahrung reicht, sagt Blytt, fehlen dieselben in nassen Mooren. Der Gegenwart ging somit eine nasse Zeit voran, während welcher die oberste *Sphagnum*-Schicht sich bildete. Ein bis zwei Fuss unter der Oberfläche finden sich in derselben häufig vorhistorische Steingeräte, ein Beweis, dass die Zeit ihrer Bildung weit zurückliegt.

Norwegen ist seit der Eiszeit im Verhältnis zum Meer gestiegen. Die Torflager sind daher um so jünger, je näher sie dem jetzigen Wasserspiegel liegen. Je jünger sie sind, desto seichter und desto kleiner ist die Zahl der wechsellagernden Schichten. In den niedrigsten Gegenden des südöstlichen Norwegens, d. h. bis 30 Fuss ü. d. M., finden sich Moore von 2 bis 4 Fuss Mächtigkeit; die Waldschicht fehlt ihnen. In der Höhe von 30 bis 50 Fuss ü. d. M. finden sich Moore von 5 Fuss Mitteltiefe mit einer Wald- und Torfschicht. Von 50 bis 150 Fuss wächst die mittlere Tiefe des Torfes von 5 bis 10 Fuss und es enthält zwischen zwei Torfschichten eine Waldschicht. Von 150 bis 350 Fuss ü. d. M. finden wir Moore von 10 bis 12 Fuss Mitteltiefe mit je zwei Wald- und Torfschichten. Höher als 350 Fuss finden wir Moore von 13 bis 14 Fuss mittlerer Tiefe mit zwei in Torf eingeschlossenen Waldschichten. In noch grösserer Höhe finden wir endlich die ältesten Moore mit vier *Sphagnum*- und drei Waldschichten. Oberhalb der höchsten Wasserstandszeichen (ca. 600 Fuss) wächst jedoch die Tiefe des Torfes nicht mehr mit der Meereshöhe; denn die Moore, welche 700 bis 800 Fuss ü. d. M. liegen, sind durchschnittlich ebenso tief als diejenigen, welche 1500 bis 2000 Fuss ü. d. M. liegen. Diese Regel ist nicht ohne Ausnahme: selbst in bedeutenden Höhen findet man nämlich oft Moore von geringer Tiefe, aber in letzteren findet man beständig Kohle und in den kohlenhaltigen Schichten stehen auch Wurzelstöcke, die nicht verbrannt sind. Kohle ist aber auch in unseren Wäldern häufig, und zwar so häufig, dass es kaum einen Wald ohne Kohlen gibt. Da der Blitz dürre Bäume anzündet und solche in der Zeit der Urwälder im Überfluss vorhanden

waren, so konnten Waldbrände natürlich leicht entstehen und ohne Zuthun der Menschen. Sehr trockene Torflager sollen in warmen Sommern sogar durch Selbstentzündung in Brand kommen können, und das Feuer soll sich bis 12 Fuss unter die ursprüngliche Oberfläche des Torfes verpflanzen können. Auf solche Weise wird es möglich, dass man Moore, die auf Waldgrund ruhen, selbst in solchen Gegenden finden kann, die unter Regenzeiten aufgestiegen.

Die zu oberst gelegene *Sphagnum*-Schicht aller Moore, gleichviel auf welcher Höhenstufe sie liegen, ist gleichalt. Voran ging eine Zeit, in welcher sich überall die oberste Waldschicht bildete. Unmittelbar voraus ging eine feuchte Zeit, in welcher sich, immer von oben herab gezählt, überall die zweite Moosschicht erzeugte. So sind überall die entsprechenden Schichten gleichalt, und den sieben Schichten entsprechen sieben Perioden, eine Zahl, die sich als zu klein erweist, wenn die dänischen Moore mit in Betracht gezogen werden. Diese enthalten unter der tiefsten *Sphagnum*-Schicht Reste glazialer Pflanzen, welche nach Blytt auf eine trockene Zeit hinweisen. Als aber das Gletschermaterial sich bildete, in welchem diese Pflanzen wurzeln, da war das Ende der Eiszeit. Rechnen wir noch die Gegenwart, welche wiederum trocken ist, hinzu, dann erhalten wir die 10 Perioden bis zur Eiszeit, von denen Blytt und seine Freunde sprechen.

Erst die 10. Periode, die Gegenwart, schmückte Dänemark mit Buchen; denn davon sollen in keiner Torfetage Reste aufzufinden sein. Vielmehr sammle der Forscher, wenn er von oben nach unten fortschreitet, zu oberst die Reste der Erle (*Alnus glutinosa*), dann die der Eiche (*Quercus sessiliflora*), darunter die der Kiefer (*Pinus silvestris*) und am tiefsten die der Zitterpappel (*Populus tremula*). Damit ist nach Blytt aber nicht nur der Wechsel von trockenen und feuchten Zeiten, sondern auch die Herausbilduug eines immer wärmer gewordenen Klimas bewiesen, ein Wechsel, welcher, wie die Schieferkohlenlager bei Dürnten in der Schweiz angeblich darlegen, noch weiter zurück verfolgbar sei, denn die sieben durch Torfschichten getrennten Waldlagen berechtigten, der Interglazialzeit 13 oder 14 Perioden zuzuschreiben. Die meisten Kohlenlager sollen einen ganz ähnlichen Wechsel dokumentieren.

Nochmals sei hervorgehoben, dass diese kurze Wiedergabe des Blyttschen Plaidoyers nach Wort und Logik dem Original[1] getreulich nachgebildet worden ist. Zumeist ist die Wiedergabe eine rein wörtliche.

»Wenn an der oben besprochenen, äusserst inhaltsreichen Schrift, so sagt der Referent in Just's botanischem Jahresbericht (1876, S. 693), etwas auszusetzen ist, so wäre es der Umstand, dass durch keinerlei Inhaltsangaben, Einteilung in Kapitel oder dergleichen, die Übersicht über die Menge von Thatsachen erleichtert wird und dass der Verfasser sehr oft die englischen Vulgärnamen statt der lateinischen Pflanzennamen

[1] Vgl. Engler's bot. Jahrb. 1882. II. Bd. — Essay on the immigration of the Norwegian Flora during alternating rainy and dry periods. 1876. — Tidsskrift for Populäre Fremstillinger af Naturvidenskaben. 1878. S. 81 ff. — Jagttagelser over det sydöstlige Norges Torvmyre, in Christiania Videnskabsselskabs Forhandlinger. 1882.

anwendet.« Gleich vorteilhaft spricht Drude in Behm's geographischem Jahrbuch (1882, S. 142) von vorgetragener Spekulation. Und das Echo dieser beiden Stimmen klingt an vielen Orten und zwar in solcher Übertreibung wieder, dass es not thut, dieselben auf das billige Mass zurückzuführen.

Unsere im vorigen Jahrgang des Kosmos publizierten Aufsätze lassen daran kaum einen Zweifel aufkommen, dass die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate in dem Florenbilde Norwegens durchaus keine Stütze findet. Mithin bleibt ihr als einzige Säule das in den Hauptpunkten wiedergegebene, auf den schwankenden Boden der Moore und Torflager gebaute Plaidoyer[1]. Ist aber dieser testis unicus, wie behauptet wird, wirklich ein testis omni exceptione major?

Non numeranda, sed ponderanda argumenta. Diesen Satz respektieren wir ganz und voll. Wir wissen auch, dass Grisebach[2] mit Recht niederschrieb, als er über Nathorst's Glazialflora auf dem Grunde der Moore referierte: »Die streitigen Ansichten über die klimatischen Änderungen seit der Eiszeit sind einer ernsten Prüfung zu unterwerfen.« Dieser Forderung ist aber bis heute noch nicht entsprochen worden.

Versuchen wir, diese Aufgabe zu lösen. Obgleich die Anerkennung, welche unseren Aufsätzen geworden, uns hierzu ermutigt, so bleiben doch die Mühen und Arbeiten, die unser warten, dieselben. Wie gross und umfänglich sie sind, verrät Grisebach's[3] Ausspruch: »Neuere und ältere Schriftsteller, welche sich mit der Theorie der Torfbildung beschäftigt haben, untersuchen die physischen Bedingungen, von denen die Entstehung und das Wachstum des Torfes abhängen, aber sie vernachlässigen die Frage, aus welchen Bildungsstoffen die Moore hervorgegangen sind, bis zu dem Grade, dass so zahlreiche als widersprechende Angaben, welche sich hierüber in einer umfangreichen Litteratur finden, ohne Ausnahme als fehlerhaft oder unvollständig und von irrtümlichen Voraussetzungen ausgegangen, zu betrachten sind.«

Damit ist zugleich angedeutet, dass unsere Aufgabe weit über Blytt hinausgreift und nur von seiner Hypothese der Torfmoore ausgehen kann. Dabei ordnen sich die vorzubringenden Stoffe wie von selbst unter nachstehende drei Fragen:

1. Gesetzt, alles was Blytt geschrieben, sei durch und durch makellos, so bleibt doch die Frage offen: Genügt die eingeschlagene Untersuchungsmethode, so weittragende Resultate zu finden?

2. Wenn aber vorausgesetzt wird, dass die von Blytt eingestellten Thatsachen richtig sind, dann bleibt zu fragen: Wie ist die innere Beziehung, die logische Verknüpfung und wie weittragend sind die vor-

[1] Kosmos 1884, I, S. 262 hat Herr Blytt seine Gründe als sechsfach hingestellt. Davon sind die ersten drei zurückgewiesen. Die letzten drei wollen wir auch im Zusammenhang behandeln; sind sie doch geologischer Art. Folglich ist unsere Zweiteilung berechtigt.

[2] Grisebach, l. c. S. 501.

[3] Grisebach, l. c. S. 55.

gebrachten Thatsachen? Damit ist aber auch der Inhalt der dritten Untersuchung bestimmt:

3. Das dargebotene Material muss auf seine eigene Solidität hin begutachtet werden.

Indem wir diese drei Kapitel eingehend zu behandeln versuchen, werden und müssen wir nicht bloss scheinbar, sondern in der That drei von einander ganz unabhängige Resultate gewinnen, welche uns berechtigen, ein entscheidendes Schlusswort zu sprechen.

I. Über die Untersuchungsmethode.

Die von Blytt untersuchten Moore und Torflager liegen im südöstlichen Norwegen. Von den 1534 Qu.-Mln., welches Areal die Stifte Christiania und Hamar besitzen, kommen auf die Torfmoore $54^1/_2$ Qu.-Mln. unterhalb und 36 Qu.-Mln. oberhalb der Kulturgrenze für Cerealien[1]. Wir erfahren nicht, ob Blytt alle diese Moore untersucht hat. Aber gesetzt, es sei so, dann bilden sie doch nur einen kleinen Bruchteil von der Gesamtfläche aller hierher gehörigen Distrikte des norwegischen Landes, vor allem von der betreffenden Gesamtfläche der skandinavischen Halbinsel. Dieser Bruch wird noch viel kleiner; er wird ein Minutissimum, sobald die untersuchte Moorfläche als Zähler und der Flächenraum aller Moore der Erde als Nenner gesetzt wird. Wir verlangen also in diesem Stücke eine Methode, wie sie Peschel in seinen Problemen der vergleichenden Erdkunde meisterhaft übt; wir müssen sie verlangen, denn Blytt's Moorstudien bieten keine detaillierten, keine mit dem Mikroskop ausgeführten Spezialuntersuchungen, wie vielfach gedacht wird; ausserdem verteidigt Blytt den Gedanken, daraus Beweise gegen lokale Änderungen der Feuchtigkeit und für klimatische Wandlungen ableiten zu können.

Ferner legt die Untersuchungsmethode sehr grosses Gewicht auf die angebliche Wechsellagerung von *Sphagnum*-Schichten und Wurzellagen im Torf. Aber dieses geologische Phänomen wird allein betrachtet, wird nicht in organischen Zusammenhang mit dem Kapitel von der Wechsellagerung überhaupt gebracht[2]. Die Steinsalzlager der Dyas und alle Steinkohlenflötze beispielsweise zeigen in der produktiven Schicht wechsellagernde Thon- und Lettenstraten, welche wohl mit grösserer Bestimmtheit auf eine mehrmalige und weit grössere Wasseranstauung hinweisen, als die von Blytt herangezogene Erscheinung. Aber keinem Forscher ist es bis jetzt eingefallen, hieraus einen Wechsel von trockenen und nassen Perioden zu je 10 500 Jahren abzuleiten. Erwähnte Formationen, was wohl zu beherzigen sein dürfte, sind nach dem einstimmigen Urteil aller Geologen weit älter, als die Erscheinungen des Klimas. Eine nachträgliche Erklärung dieser Art, d. h. jene Formationsglieder als Schöpf-

[1] Schübeler, Pflanzenwelt. S. 8.

[2] Diese Lücke ist nicht durch die Abhandlung geschlossen: A. Blytt, Über Wechsellagerung und deren mutmassliche Bedeutung für die Zeitrechnung der Geologie und für die Lehre von der Veränderung der Arten. Vgl. Biologisches Centralblatt. Bd. III. S. 417 ff.

ungen eines Wechsels der Klimate hinzustellen, würde nicht helfen; denn jeder Geologe wird jetzt und so zu allen Zeiten das Problem der Wechsellagerung stets aus dem Lokalen erklären.

Selbstverständlich ist, dass derjenige, welcher einen Klimawechsel innerhalb der Diluvialzeit, und sei es auch nur für Norwegen, nachweisen will, alle diluvialen Bildungen auf diese Frage hin untersuche. Dies ist hier nicht geschehen, nicht einmal mit dem vorhandenen diluvialen Pflanzenmaterial. Und doch ist allbekannt, dass in Skandinavien beispielsweise diluviale Kalktuffe und Süsswasserkalke zwischen stehenden Rohrstengeln von *Arundo* die Blätter unserer Pappel, Eiche, Buche, Linde und Weide, und zwar regellos unter einander gemischt, aufbewahren.

Wollten wir alle die ausgelassenen homologen Erscheinungen aufzählen, welche über dieses Thema mitzusprechen berufen sind, so würde unsere Reihe ziemlich lang. Erlaubt sei es uns, nur eine einzige noch heranziehen zu dürfen, nämlich das Verschwinden gewisser Pflanzen und Tiere innerhalb der Quartärzeit.

Bekanntlich standen vor langen Zeiten rauschende Wälder längs der norwegischen Küste von Bergen bis hinauf nach Vadsö und Varanger, und selbst in Höhen, wo heute der Wald nicht mehr aufwachsen will. Und doch lehrt uns Blytt, dass Norwegen seit dem Ende der Eiszeit niemals eine solch günstige »kontinentale Periode« genossen habe, als gegenwärtig. Ist das wahr, dann sollte sich der Wald überall ausbreiten, aber nicht trotz aller Pflege, die ihm zu teil wird, sich auf immer kleinere Areale beschränken. Dass beide Erscheinungen nicht im Klima, sondern in ganz anderen Faktoren begründet sind, haben wir bereits erwiesen und in Seeland's Untersuchungen dafür eine neue Bestätigung gefunden[1]. Dass die grossen diluvialen Tiere dahingestorben, resp. sich weiter nach Norden gezogen, zeigt gleichfalls auf umgestaltende Mächte hin, welche ausserhalb der Reihe der klimatischen Faktoren stehen. Denn das Klima zwingt sie nicht, die verlassenen Gebiete zu meiden.

Ferner muss zugestanden werden, dass die Allgewalt einer Methode darin beruht, die aller schlagendsten indicia facti aufgefunden zu haben, ein Umstand, den wir bei Blytt vermissen. Denn bekanntlich mangelt den Torfmooren des südöstlichen Norwegens grösstenteils der Zustand der Ursprünglichkeit. Zehn Jahre vor dem Erscheinen der Blyttschen Untersuchungen schrieb Schübeler[2] bereits: »Hier im südöstlichen Norwegen sind nach und nach ziemlich grosse Strecken dieser Moore urbar gemacht, und namentlich ist hier in den letzten Jahren von Seiten des Staates vieles für das schwierige Abzapfen geschehen, um die Moore auch zum Torfstechen nutzbar zu machen.« Welche weitere Veränderungen mögen hier der »hazardieuse Getreidebau«, die hohe Wertschätzung immatrikulierten Landes, die sorglichst gepflegte Drainage und Arrosage der Felder und Wiesen und vor allem die seit Urgrossvaterszeiten im grossen Stile betriebene Brandkultur nach sich gezogen haben! Blytt

[1] Kosmos XIII, 1883. S. 595 ff. — Österr. bot. Zeitschr. 1881. S. 6. — Vgl. Sechster Jahresb. d. Annaberg-Buchholzer Vereins f. Naturkunde. 1883. S. 97, die Beforstung des Pöhlberges betreffend.

[2] Pflanzenwelt. S. 8.

bekennt selbst, dass nicht ein Wald, nicht ein Torflager hier existieren dürfte, wo die vom fressenden Feuer zurückgelassene Kohle fehle! Alle diese Faktoren — und wir werden später noch andere und viel wichtigere zu verzeichnen haben — verfälschen und verändern den ursprünglichen Zustand; sie alle arbeiten auf ein Ziel, auf die Trockenlegung der Moore hin, ein Resultat, welches Blytt benutzt, um die Existenz von trockenen klimatischen Perioden herzuleiten.

Die im Torf eingelagerten Kohlen, sagt Blytt wörtlich, erklären die geringe Tiefe der vielen Moore, welche von der Regel eine Ausnahme machen, von dem Schema, wie viel Fuss Tiefe und wie viel Schichten jedes Torflager, seiner Höhenlage entsprechend, besitzen solle. Das durch Blitz oder Selbstentzündung geschaffene Feuer soll sich bis 12 Fuss unter die ursprüngliche Oberfläche des Torfes verpflanzen können! Wer dergleichen Zugeständnisse macht, bekennt, dass die meisten Torflager sich nicht in statu nascenti, nicht im beweisfähigen Zustande befinden. Folglich bleibt nichts anders übrig, als entweder die Menge der betreffenden Moore als beweisunfähiges Material auszuscheiden oder ein befriedigendes Rekonstruktionsverfahren ausfindig zu machen. Und beides ist nicht geschehen.

Und wie steht es mit den Merkmalen, welche für die Hebung der Küste sprechen? Wie verknüpft die Natur selbst diese Anzeichen mit den Torfmooren? Hierauf antworten wir mit Blytt's eigenen Worten: »In den Teilen des Landes, wo Strandlinien und Terrassen am meisten ausgeprägt sind, fehlt es bisher ganz oder wenigstens fast ganz an Untersuchungen über die Torfmoore, und wo letztere untersucht sind, in diesen Gegenden fehlen leider sowohl Strandlinien als ausgeprägte Terrassen.«

Die Antwort lässt darüber keinen Zweifel aufkommen, dass die vorgetragene Spekulation nicht gross auf Thatsachen, sondern auf Mutmassungen basiert. Dem südöstlichen Norwegen, so fügen wir zur Beruhigung hinzu, fehlen von drei Hebungsmerkmalen, von den Strandlinien, Terrassen und Muschelbänken — zwei. Aber die vorhandenen Muschelbänke verteilen sich nicht wie im benachbarten Schweden (Bohuslän) auf alle, sondern nur auf wenige Horizonte innerhalb jener 600 Fuss, ein Umstand, der auf lokale Störungen hinweist. Können da, wo Muschelbänke zerstört wurden, nicht auch Torfmoore vernichtet oder verändert werden?

Als einen ferneren gravierenden Umstand müssen wir hervorheben, dass es der Methode an Durchsichtigkeit gebricht. Nirgends erfahren wir, wie viel Moore und Torflager im südöstlichen Norwegen existieren, wie viel davon Blytt stratigraphisch aufgenommen, in welcher Zahl sich letztere auf die unterschiedenen sechs Höhenstufen verteilen; nirgends wird mitgeteilt, wie viel Moordistrikte für und wie viel gegen die aufgestellte Regel sprechen; nirgends wird angegeben, wie viel tiefe Moore vorhanden sind, in denen alle Waldrestlagen fehlen[1]. Die Angaben: »An

[1] Auch die in Christ. Vidensk. Forhandlinger 1882 publizierten Jagttagelser etc. lassen, obgleich 136 Beobachtungen darin vorliegen, die begehrte Durchsichtigkeit vermissen. Bekanntlich figurieren überall die verschiedenen Teile ein und des-

manchen Orten«, »In der Regel«, »Häufig«, »Oft«, »Selten« u. s. w. vertauscht jede exakte Methode mit klaren arithmetischen Werten. Das statistische Moment hat Blytt bei seinen Untersuchungen ganz und gar vernachlässigt.

Zum Schluss müssen wir noch auf das Verfahren zurückkommen, welches Blytt verfolgt hat, um die Bildungsgeschichte der Torflager zu lösen. Von den drei möglichen Pfaden[1], so sollte man meinen, würde der Botaniker von Fach denjenigen einschlagen, welcher sich der Bestimmung der angehäuften pflanzlichen Reste widmet. Man erwartet, dass der Professor der Botanik die aus allen Tiefenhorizonten gesammelten Torfproben unter dem Mikroskop analysieren werde. Aber von dergleichen Untersuchungen spricht Blytt nirgends; im Gegenteil bemerkt er in Engler's botanischem Jahrbuch (1882, S. 12) ausdrücklich, dass »die Untersuchung der Torfmoore teils durch Besuch der Torfstiche, teils durch Anwendung eines Torfbohrers geschah, welcher so konstruiert war, dass man mit demselben Torf aus verschiedenen Tiefen aufnehmen konnte«. Dass die aufgehobenen Proben unter dem Mikroskope untersucht wurden, wird, wie bereits gesagt, nirgends angedeutet, und nirgends wird darauf gefusst. Somit gewinnt es den Anschein, als wollte Blytt durch seine Untersuchungen nichts weiter finden als die Mächtigkeit der Torfmasse und die Anzahl der angeblichen Schichten. Genügen hierzu die gehandhabten Mittel? Sicheren Aufschluss geben sie wohl über die entsprechenden stratigraphischen Verhältnisse eines Gebirges. Aber ein Moor, ein Torflager ist eine Gebirgsmasse, wenn wir so sagen dürfen, ganz anderer Art. Hier ist die Oberfläche, auf welche der Bohrer gestellt wird, durch kein Nivellement präzisiert; folglich kann nicht ermittelt und bewiesen werden, dass die bei gleich tiefem Eindringen des Bohrers aufgehobenen Proben aus ein und derselben Torfschicht stammen. Dazu weiss ein jeder, der einmal mit einem Tiefbohrer auf der, wenn auch nicht schwankenden, so doch stets nachgiebigen Moordecke gearbeitet hat, dass man sein Einsinken, besonders da, wo der Torf amorph und breiig ist, nicht derartig in der Gewalt hat, wie gefordert werden muss, wo es gilt, wie nicht ausser acht zu lassen ist, so geringfügige Grössen, immer nur ein oder zwei Fuss zu ermitteln. Mithin lässt sich durch diese Art der Untersuchung die Streitfrage nicht entscheiden, ob die Holzreste im Torf wirkliche und kontinuierliche Schichten im geologischen Sinne oder nur regellos verteilte Einschlüsse bilden, welche bekanntlich hie und da zu scheinbaren Schichten zusammentreten.

Hätte Prof. Blytt Untersuchungen publiziert, welche sich mit einzelnen Torflagern und zwar in bezug auf alle möglichen Fragen und lokalen Details befassen, dann hätte er die Wissenschaft — auf diesem Gebiete — wirklich gefördert und Dank und Anerkennung von seinen Zeitgenossen geerntet.

selben Moores, sofern sie verschiedenen Besitzern gehören, lokale Unterschiede aufweisen oder sofern sie abgestochen, abgebrannt, bebaut u. s. w. werden, resp. bereits wurden, unter den abweichendsten Namen als selbständige Moordistrikte.

[1] Entweder werden die botanischen Merkmale oder die chemischen Verhältnisse oder die geographisch-physikalischen Eigenschaften in Betracht gezogen.

Überschauen wir noch einmal die eingehaltene Methode, und wägen wir nach ihr die Sicherheit des Resultates ab, welches sie zu geben fähig ist, so kann dasselbe unter den denkbar günstigsten Umständen doch nur eine Aufnahme sub conditione beanspruchen. Ein solches Resultat hat aber nicht das Recht, nach irgend einer Seite hin ein Ausschlag gebendes **positives** Zeugnis abzulegen. Somit ist der testis unicus der Hypothese von den wechselnden Klimaten kein testis omni exceptione major.

2. Der logische Charakter des Plaidoyer.

Blytt bezeichnet die im Walde vorkommenden Kohlen als durch das himmlische Feuer, den zuckenden Blitz, und diejenigen, welche im Torfe eingeschlossen sind, als durch die aus dämonischer Tiefe heraufzüngelnde Flamme der Selbstentzündung entstanden. Dagegen muss geltend gemacht werden, dass der Einfluss des Braatebrenden und die Prozesse der Inkohlung und Verkohlung nasser und feuchter Pflanzenmassen nicht einmal durch ein einziges Wörtchen, geschweige denn als mitwirkende Faktoren genannt sind. Und doch überzeugt jeder Blick in die Geschichte und Gegenwart des amerikanischen Urwaldes und in die Genesis der Mineralkohlen, dass beide Vorgänge Grosses in der Umgestaltung und Kohlenbildung leisten[1]. Dergleichen Schlüsse stellt die Logik in die Kategorie: vitia subreptionis.

Wenn wir weiter bedenken, dass der Blitz mehr in grüne als in dürre Bäume einschlägt; denn erstere sind nicht nur zahlreicher, sondern auch in bezug auf die Leitung der Elektrizität leistungsfähiger, ferner dass der vom Blitz getroffene Baum äusserst selten als brennender Busch aufflammt, dass selbst die Furche, welche der herabfahrende Blitz in das Holz reisst, nicht einmal immer und überall Spuren von Verkohlung aufweist[2], wenn wir weiter bedenken, dass die Untersuchungen über die Ursachen unserer Waldbrände von 100 Fällen 99 mit Bestimmtheit auf fahrlässigen Umgang mit Feuer zurückführen, dann müssen wir denn doch zugestehen, dass sich Blytt auf eine Möglichkeit stützt, die sehr wenig Chancen für sich hat. Oder sollte der Blitz nur in Norwegen soviel Kohlen produzieren, dass sie kaum einem Walde fehlen? Man bedenke, gerade in dem Lande, wo der viele Regen den Waldboden gründlichst anfeuchtet, wo die Wintergewitter zahlreicher als die des Sommers sind, und wo die jährliche Menge von Gewittern (in Christiania) die drei nicht übersteigt![3] Im tropischen Urwald müsste, wenn Blytt's Deutung richtig

[1] Booth, Die Waldfrage in Nordamerika etc. in Dankelmann's Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1880. S. 257. — Meehan, American Forests and Forestry. Pennsylv. State Report. 1880. — Gümbel, Texturverhältnisse der Mineralkohlen.

[2] Vgl. die Aufsätze von Belling, Colladon, Lampe, Baur und Roth in Monatsschrift für Forst- und Jagdwesen. 1873. 1874. Ferner vgl. Buchenau in den Verhandl. d. Kais. Leop.-Car. deutsch. Akad. d. Naturf. 33. Bd.

[3] Mohn in Schübeler's Pflanzenwelt. S. 30. Kosmos XIII, 1883. S. 348 ff. — Müller-Pouillet, Lehrbuch d. Physik u. Meteorologie. 1868. II. Bd, S. 595.

wäre, demnach das Feuer gar nicht erlöschen; denn alltäglich spielen sich hier pompöse Gewitter ab. Letztere werden von den Reisenden ebenso grossartig geschildert, wie der Sturm im Urwald, der Brand auf der Prärie[1]. Aber über tropische Waldbrände schweigen sie.

Scheinbar besser begründet ist die Selbstentzündung »sehr trockener Torflager in warmen Sommern«. Denn weitverbreitet sind allerhand Geschichtchen von Irrlichtern und von grossen Bränden, die durch Selbstentzündung von feuchtem Heu, fettiger Wolle und öligen Lumpen entstanden. Von Kohlenflötzen, die von selbst in Brand geraten, sprechen unter gewissen Verhältnissen sogar die meisten Forscher mit Überzeugung. Und dennoch, müssen wir sagen, steht es schlecht um die Möglichkeit, welche Blytt herangezogen.

Je weiter das Licht der Aufklärung in die Massen des Volkes vorgedrungen und an Intensität gewonnen, desto seltener sind die Irrlichter geworden. Reines Phosphorwasserstoffgas, welches sich auch in Moorgegenden, aber nicht aus Torf als solchem entwickeln kann, entzündet sich, sobald es mit atmosphärischer Luft in Berührung kommt. Der entstehende Lichtschein blitzt verpuffend auf und verschwindet ebenso schnell wieder. Und doch stimmen alle Beobachtungen über Irrlichter darin überein, dass der angebliche Flammenschein am Ort verbleibe und unruhig auf und ab hüpfe, ein Umstand, welcher mit grosser Wahrscheinlichkeit auf eine blosse Phosphoreszenzerscheinung aufsteigenden phosphorhaltigen Wasserstoffgases hinweist. Vielfach werden auch gewisse elektrische Ausströmungs-Erscheinungen, wie z. B. das St. Elmsfeuer eine ist, als Irrlichter beschrieben.

Feuchte, auf einander gehäufte Heumassen, ölige Lumpen etc. lassen sehr bedeutende Temperaturen beobachten, wie auch der Kalk, welcher gelöscht wird. Zur Entzündung kommt es aber erst dann, wenn eingelagerte Eisenstücke unter Luftzutritt glühen[2]. Ist letzteres ausgeschlossen, dann behält Rudel, wie seine wiederholt und mit allem nur möglichen Raffinement angestellten Versuche mit tierischen Haaren, wollenen Geweben und Hadern in Verbindung mit fetten und öligen Stoffen und zwar in Massen zu hundert Zentnern beweisen, recht, indem er den Schluss zieht: »Mit der Selbstentzündung ist es also nichts, wenn man überhaupt nicht selbst entzündet[3].«

Über die Selbstentzündung der Kohlenflötze sind die Meinungen sehr geteilt[4]. Aber keine spricht für Blytt. Wären die Voraussetzun-

[1] Wir nennen nur die vorzüglichen Schilderungen, die Marryat und Kabsch gegeben.

[2] Und welche Temperaturen sind hierzu nötig? Nach Pouillet gibt es folgende Stufen des Glühens: 525° C. anfangendes Glühen, 700° Dunkelrotglut, 800° anfangende Kirschrotglut, 1000° völlige Kirschrotglut, 1200° helle Glut, 1400° starke Weissglut, 1600° blendende Weissglut.

[3] Centralblatt f. d. deutsche Papierfabrikation. 1883. S. 365 ff.

[4] Die Meinungen hierüber sind in drei Lager geschieden. 1. Lager: Alle brennenden Flötze sind infolge von Fahrlässigkeit angezündet. Die Gegner erklären aus dieser Ursache nicht alle Brände. Von den anderen behaupten sie, sofern sie zum 2. Lager gehören, seien sie durch chemische Prozesse, vornehmlich durch Zersetzung von Schwefelkiesen, sofern sie aber zum 3. Lager gehören, sie

gen: »sehr trockene Torflager und warme Sommer«, richtig, dann würden die Brandversicherungen nie versäumen, auf mit Torf gefüllte Schuppen besonders zu achten. Aber wie sie hierzu bis jetzt keine Veranlassung gefunden, so werden sie auch in Zukunft hierzu keine finden.

Unsere Überzeugung, dass es um die Kohlenbildung im Torfmoor durch Selbstentzündung ebenso misslich steht, als um die Kohlenbildung im Wald durch Blitzschlag, ist, wie die gepflogene Betrachtung beweist, nicht zu erschüttern. Selbst wenn die Wahrscheinlichkeit für beide Vorgänge, Holzkohle zu bilden, eine viel grössere wäre, so müsste trotzdem die Logik beide Schlüsse unter die Rubrik: A posse ad esse setzen.

Als prächtiges Beispiel einer Hyperbel in superlativo erscheint uns der Satz, dass sich das Feuer bis 12 Fuss tief »unter die ursprüngliche Oberfläche des Torfes verpflanze«. Diese klaren Angaben schliessen ein Missverständnis aus? Wir glauben H. Blytt nicht. Der Fehntjer im nordwestlichen Deutschland dürfte hierüber wohl auch ein Urteil haben. Obgleich er die trockensten Plätze und die günstigste Jahreszeit zum Moorbrennen auswählt und nie ermüdet, die erlöschenden Flammen zu schüren, spricht er doch nur von einer drei Zoll tiefen Brandschicht, und zwar auf »unverletzter Unterlage«; die ein Zoll hohen Rückstände der Brandschicht bestehen auch nicht aus Holzkohle, sondern aus Asche[1]. Sonderbar, dass die norwegischen Torfmassen so tief durch das Feuer der Selbstentzündung angefressen werden und dann nur Kohlen, niemals Aschenreste zurücklassen!

Eine petitio principii enthält der Satz, dass mit zunehmender atmosphärischer Feuchtigkeit auf trockenen Mooren der Wald verschwinde. »Die Wurzellager bedeuten somit Zeiten, in denen die Oberfläche des Moores trockener war«, wird zu einem Belege für einen neuen Trugschluss. Regelrecht gefolgert, müsste der Schluss ungefähr lauten: Die Wurzellager im Torf stammen von Bäumen und Sträuchern, welche hier wuchsen; sie deuten somit an, dass es ehemals hier Stätten gab, worauf jene Holzarten die nötige Stütze fanden. Derartige Plätze, schlechthin Bulten genannt, so müssen wir anführen, grenzen oft an Blänken und tiefe Moorteiche. Der daraufstehende Busch, indem er Wind und Sturm trotzen will, wird dadurch Ursache, dass die Bulte von den atmosphärischen Gewalten losgerissen und mit dem Wurzelwerk des Baumes in den Teich geworfen wird. Das obere Baumstück verfault, der Wurzelstock wird konserviert. Lange Zeit vergeht, ehe dieser Platz wieder fähig wird, eine Holzpflanze aufzunehmen. Das Verschwinden und Herausbilden solcher bultartigen Stätten und deren Besetzung mit Holzpflanzen hängt causaliter also mit ganz anderen Faktoren zusammen, als mit dem »Denkt man sich das Klima feuchter geworden«.

seien durch physikalische Vorgänge erzeugt. Die poröse Kohle saugt bekanntlich mit solcher Gier (vgl. Platinschwamm) die Luft an, dass sie zum Glühen und Brennen kommt. Vgl. das pneumatische Fahrzeug und Tyndall's Versuche mit Schwefelkohlenstoffdampf.

[1] Guthe, l. c. S. 61, 70. Die drei Zoll mächtige Torfschicht lässt nach dem Abbrennen die Unterlage unverletzt und erzeugt eine Aschenschicht von eines Zolles Stärke, in welche, kaum dass sie erkaltet ist, Buchweizenkörner eingestreut werden.

Verweilen wir bei denjenigen Mooren etwas, von denen Blytt sagt, dass sie anfänglich Teiche gewesen. Hier soll »über dem Wasserspiegel« ursprünglich eine *Sphagnum*-Decke sich ausgebreitet haben, welche mit der Zeit immer dicker und endlich so schwer wurde, dass sie oft den ganzen Teich ausfüllte. Weil von schwimmenden, sogar mit Bäumen bestandenen *Sphagnum*-Decken in vielen gedruckten Büchern zu lesen ist, müssen wir dagegen einwenden: Ist das Becken tief, dann muss das Schwimmen der Moosinsel erst recht gut gehen, dann muss das Torflager mit der Zeit immer mächtiger werden. Wie tief werden die tiefsten sein? — Die tiefsten Torflager Norwegens messen durchschnittlich nur 16 Fuss. Ferner ist hier bis jetzt nirgends unter einer schwankenden *Sphagnum*-Decke ein Teich entdeckt worden. Und doch ist Norwegen das Land, wo in bezug auf Spaltenbildung nach jeder Richtung nur Grossartiges zu verzeichnen, wo an schmalen, tiefen Wasserbecken durchaus kein Mangel zu verspüren ist. Und doch müsste das Zustandekommen einer »über dem Wasserspiegel« schwimmenden Moosdecke, vorausgesetzt, dass deren Bildung überhaupt möglich ist, nicht von der Tiefe des Wassers, sondern von der Weite, von der Entfernung der Ufer abhängen.

Wenn so oft von wechsellagernden Wurzelschichten und *Sphagnum*-Lagen gesprochen wird, dann dürfen wir auch nach der Mächtigkeit jeder Einzelschicht fragen. Welche Schichtensorte mag die mächtigste sein? Die Wurzelstöcke werden niemals als Deformationen, sondern immer und überall als Reste von ursprünglicher Gestalt geschildert. Zuweilen sitze sogar Stock auf Stock. Dreimal werden die Mächtigkeitsverhältnisse durch Zahlenwerte illustriert; immer misst die *Sphagnum*-Lage durchschnittlich 4 Fuss. Demnach messen in Summa die vier Moostorfschichten der ältesten Moore 16 Fuss, und weil dies zugleich die Gesamttiefe dieser Moore ist, so beträgt der Mächtigkeitsindex aller drei Wurzelstockschichten — Null Fuss, ein Resultat, welches die Worte der ersten und die Striche der letzten Blyttschen Angabe bestätigen [1].

Diese nicht widerspruchsfreie Theorie der Wechsellagerung der Torfstraten verknüpft Blytt mit der Theorie der Erhebung des Landes. Ausführlich habe ich hierüber schon an anderer Stelle berichtet. Die von Blytt gegebene Höhenskala, abgesehen von den Unklarheiten, welche die Bezeichnungen »Höher als 350 Fuss« und »In noch grösserer Höhe« aussprechen, ist zum Prokrustesbett für die Torfmoore geworden; denn deren Tiefen werden darnach ausgereckt oder zusammengestaut, je nachdem es wünschenswert erscheint. Unverständlich bleibt es auch, warum die Hebungserscheinungen nur die zehnte, neunte, achte, siebente und sechste Periode umfassen und nicht bis zum Ende der Eiszeit zurückreichen sollen.

Niemals werden Logik und exakte Forschung es gut heissen, Hypothese auf Hypothese zu häufen und Beweismaterialien ausserhalb der stofflichen Gebietssphäre zu sammeln. Statt die Eigentümlichkeiten der

[1] Wir beziehen uns hierbei auf das Geol. Profil der Torflager für Dänemark und das südöstliche Norwegen, gez. v. H. Blytt.

norwegischen Moore aus ihrem eigenen Wesen zu erklären, werden herangezogen die Hebung des Landes, resp. der Fall des Meeresspiegels, ferner der Wechsel von nassen und trockenen Perioden, desgleichen die Stellung von Sonne und Mond zur Erde und zwar für Zeiträume, welche so lang sind und so fern liegen, dass die Astronomen nicht einmal daran denken, die behaupteten Werte zu prüfen, und endlich das Trugbild: die Lebensgeschichte aller Moore verlaufe überall in gleichem Takt und Rhythmus.

Oder ist der Gedanke nicht erlaubt, dass die Moore innerhalb der Höhenstufe von 600 zu 700 Fuss in bezug auf ihre Genesis verschieden alt sind? Und gleiches gilt für alle Regionen. Und wie es in der 10. Periode, in dieser trockenen Zeit, Moore gibt, die nur Moostorf erzeugen, und solche, welche Holzreste einschliessen, so mag es auch in früheren Perioden gewesen sein. Die Torfmoore sind keine äquipollenten Grössen; auf allen Höhenstufen muss es, wie thatsächlich die Beobachtung lehrt, verschieden tiefe und an Holzeinschlüssen verschieden reiche Torflager geben.

Den Wachstumsgesetzen der Torfmassen nachzugehen, dieser Forderung entzieht sich Blytt. Er untersucht und verweist nirgends auf diesen Gesichtspunkt hin, auf die drei Stücke, welche die Moorbildung einleiten und dieselbe schnell oder langsam verlaufen oder still stehen lassen. Die gemeinten Stücke sind: 1) das geeignete Lokal, 2) das ausreichende und niedrig temperierte Wasser und 3) die Pflanzenschutt liefernde Vegetation.

Nicht das Kultur-, sondern das Naturland liefert für Moorbildung geeignetes Terrain. Nicht von der mineralogischen und chemischen Beschaffenheit des Gesteines, nicht ob Gneis, ob Granit, ob Kalk, ob Sandstein, ob loser Sand, ob Thon oder Lehm, sondern von der orographischen Beschaffenheit des Landes, ob die Mulde flach oder tief, ob der Bergabhang sanft oder steil geneigt, davon ist in bezug auf Punkt 1 die Torfbildung abhängig[1]. Der zweite Faktor, das Wasser, welches in den seichten Mulden sich sammelt oder auf der gering geneigten Berglehne langsam und stationär niederrieselt oder aus brauenden Nebeln niederfällt, ernährt, aber ersäuft nicht die Feuchtigkeit und Nässe liebende Vegetation. Das Wasser muss aber zugleich nicht nur ausreichen, den Einfluss der atmosphärischen Luft auf die abgestorbenen vegetabilischen Massen zu verhindern, sondern durch seine niedere Temperatur auch fähig sein, die Bildung von Humussäure zu begünstigen[2]. Je unterschiedlicher diese drei Faktoren, je mannigfacher die Art des gegenseitigen Ineinandergreifens derselben, desto mannigfacher die Variationsreihen der Moore. Weil nun diese Faktoren an jeder Örtlichkeit spezifisch eigenartig auftreten, so kann es eigentlich nicht zwei Moore geben, welche einander völlig gleich sind.

[1] Die Annahme einer undurchlässigen Schicht wird dadurch hinfällig, dass die Torfmasse an und für sich impermeabel ist. Darwin, Reise etc. II. S. 53. Grisebach, l. c. S. 61. — *Sphagnum* meidet zwar Kalkboden, aber andere Torfbildner gedeihen gut darauf.

[2] Darwin, Reise etc. S. 43.

Uns ist ein jedes Moor ein ebenso lokalgeprägtes Individuum wie der Gletscher. Beide haben ihre Geschichte und ihre Bedürfnisse. Beide passen sich aufs genaueste den lokalen Eigentümlichkeiten an. Beide schreiten vorwärts[1], erzeugen in sich selbst lokale Verschiedenheiten, welche als neue Bildungsfaktoren in den Kreislauf ihres Lebens eingreifen, beide zeigen in ihrem Baue eine gewisse Art von Schichtung, beide haben diluviale Ahnen und sind selbst unfähig, ins unbeschränkte hinein zu wachsen. Trotz dieser vielen Übereinstimmungen bleiben sie doch diametral angelegte Naturen. Dort bauen tote Eiskörner, hier jedoch lebende Geschöpfe den Körper. Jedes der letzteren hat seine eigene Geschichte; jedes ist befähigt, eine unbegrenzte Nachkommenschaft zu erzeugen, welche immer wieder dieselben Forderungen an das Substrat stellt. Gerade in dieser unbegrenzten Fähigkeit liegt die Begrenzung; denn beständige Erfüllung gleicher Forderungen muss endlich zur Erschöpfung des ernährenden Bodens führen. Dazu kommt noch, dass der Pflanzenschutt nur bis zu einer bescheidenen Grenze das Wasser über den örtlichen Grundwasserstand zu heben vermag. So langsam die Lebensbedingungen für das seit alter Zeit hier sesshafte Pflanzenvolk dahin schwinden, so langsam verkommt und vergeht es selbst. Endlich zieht ein neues Volk mit neuen Bedürfnissen ein, d. h. unter Ausschluss aller weiteren Veränderungen wird mit der Zeit von selbst das Wiesenmoor zum Hochmoor und dieses zur Wiese, zum Walde. Diese Reihe der aufeinanderfolgenden Formationsphasen ist keine festnormierte; sie ist variabel, wie es die lokalen Eigentümlichkeiten vorschreiben. Letztere zu studieren, bleibt daher eine der gewichtigsten Hauptaufgaben der Moorstudien, eine Aufgabe, welche Jentzsch in Königsberg nicht unwesentlich durch Aufstellung seiner acht Typen gefördert hat[2]. Blytt dagegen geringschätzt und verkennt den Einfluss des Lokalen ganz und gar. Damit ist dem Satze: »Wenn der Wechsel von Torf- und Waldschichten auf lokale Gründe zurückzuführen wäre, dann müsste man auch in den nassen Mooren ebenso oft Wurzelschichten finden, als in den trockenen; denn solchenfalls müssten ja doch auch manche Moore gegenwärtig nässer sein, als früher« — aller Wert geraubt.

Wie die Kultur, so arbeitet also auch das Moor selbst beständig an seiner Trockenlegung. Als dritter Genosse in diesem Bunde erscheint das Wasser, wie wir sogleich nachweisen wollen.

Diese drei Faktoren wirken schon seit langer Zeit, vornehmlich der zweite und dritte. Und daraus folgt, dass ehemals die Zahl der Moore eine grössere gewesen sein muss als jetzt, ein Schluss, welcher schon durch den Rang der Moorflora innerhalb der natürlichen Reihe der typischen Pflanzenformationen seine Bestätigung findet. Weiter gilt

[1] Vgl. Moorausbrüche in Irland, die Verzweigungen des Bremischen Düvelmoores in der Landschaft Kehdingen. Leunis, Synopsis. III. T. 2. Abt. Geognosie. S. 57. Leonhard's Jahrb. 1837. S. 59. — 1839. S. 482. — Walchner's Handb. d. Geogn. S. 293. — De Luc, Lettres physiques et morales sur l'histoire de la terre et l'homme. La Haye. 1779. Vs. 5. S. 140. — Grisebach. l. c. S. 58.

[2] Schr. d. phys.-ökon. Ges. zu Königsberg. Jahrg. 19. S. 94.

es zu erwägen, dass die Moorpflanzen vor allen anderen grosses in der Okkupation herrenlosen Landes, soweit es ihnen zusagt, leisten. Dieser Vorgang musste damals unter ausserordentlicher Beschleunigung verlaufen, als die glazialen Gletscher weite Flächen vom Eisbanne freigaben. Prächtig stimmt hierzu das Resümee der geographischen Verbreitung der Moore. Der Schwerpunkt ihrer Verteilung ruht innerhalb der Findlingszone; er liegt in der Moränenlandschaft selbst. Je mehr sich das orographische Gepräge derselben umgestaltete, je mehr das erodierende Wasser sein Bett tiefer schnitt und hemmende Moränenzüge durchbrach, desto geringer an Zahl und desto kleiner an Umfang wurden die mit Stauwasser gefüllten Becken. Wie weit letztere ehemals reichten, dafür habe ich herrliche Beispiele anderwärts beigebracht[1]. Somit arbeitet das fliessende Wasser, indem es sein Bett unablässig tiefer einschneidet, beständig auf eine Trockenlegung der Moore hin. Für Nordeuropa kommen hierbei ausserdem noch Verschiebungen innerhalb der Tierwelt in Betracht.

Der Biber (*Castor fiber* L.)[2] führte ehemals hier ebenso sperrende Barrieren quer durch die Thäler und Flussläufe, um die Wasser weit und breit aufzustauen, wie es noch heute die Länder an der Hudsonsbay beobachten lassen. Nach Simpson ist hier sogar die Hälfte alles Waldbodens unter Wasser gesetzt. Dadurch entstehen neue Moore und alte bekommen Impulse, neue kräftige Wachstumsstösse auszuführen. Den Biber verdrängen, ihn ausrotten, heisst folglich an der Trockenlegung der Moore arbeiten. Und in welchem Umfange ist dies in Norwegen geschehen? Ehemals war der Biber über das ganze norwegische Land verbreitet; seine zerstreuten Wohnungen reichten sogar bis nach Süd-Varanger. Heute dagegen lebt er nur in Thelemarken.

Selbst zugestanden, das Klima sei mit der Zeit trockener geworden und habe als fünfter Faktor mit an der allgemeinen Trockenlegung der Moore gearbeitet, so ist es doch durchaus nicht gestattet, die sicheren Leistungen jener vier Faktoren zu gunsten dieses fünften aufzugeben. Wie viel der fünfte Faktor allein vollbracht, lässt sich aber leider durch kein Separationsverfahren herausklügeln.

Die interessante Erscheinung, dass Norwegen an seiner langsam sich hebenden Küste Torflager hat, welche um so jünger sein müssen, je näher sie dem jetzigen Wasserspiegel gelegen, bietet nur scheinbar einen zeitlichen Massstab dar. Die wunde Stelle und wo sie gelegen, beides haben wir auf Seite 377 u. ff. bereits aufgedeckt. Ein Irrtum bleibt es auch, zu sagen, Blytt habe damit etwas Neues geleistet. Unser Grisebach hat gerade diese Frage und gestützt auf viel besseres Material, mit peinlicher Gewissenhaftigkeit nach allen Seiten hin erwogen und gefunden, dass an der langsam sich senkenden Nordseeküste von der Mündung der Schelde bis über Schleswig hinaus Darg (Wiesentorf) und Schlick

[1] Vgl. Sitzungsbericht der „Isis". Dresden 1884. — Vgl. Clessin in der Zeitschr. d. deutsch. u. österr. Alpenv. Salzburg 1883. S. 208.

[2] Credner, Elemente d. Geol. 1876. S. 255. — Peterm. Mitt. 1869. S. 139. — Grisebach, l. c. S. 394. — Vgl. Collet's Zool.-geogr. Karte von Norwegen. 1875.

(See-Alluvium) mit einander wechsellagernd tief unter das Meer hinabtauchen. Die Schichten sind hier nach Zahl und Mächtigkeit an verschiedenen Orten verschieden. Obenauf folgen dann die Hochmoore mit ihren Torfmassen. Aus diesen stratigraphischen Verhältnissen folgt mit absoluter Sicherheit, dass hier der Hochmoortorf jüngeren Ursprungs ist als der Darg, eine relative Altersbestimmung, welche sofort Falsches ergeben muss, wenn sie unbeschränkt verallgemeinert würde. Aber zur Erklärung dieser interessanten Phänomene bedarf es nicht — des Klimas [1], sondern folgenden Umstandes.

Das langsam niederschwebende Land gewährt an seinem Strande hie und da die Bedingungen zur Entstehung von Wiesen- oder Grünlandsmooren, welche Darg bildeten. Einst waren sie noch so hoch gelegen, dass nur die allergrössten Hochfluten Wogen darüber hin peitschen konnten. Wurde hierauf das Meer ruhig, so konnte das Grünlandsmoor, mit See-Alluvionen überschüttet, eine neue Dargbildung einleiten. Dieselbe hielt so lange an, bis wilde Stürme das Meer wieder hierherführten. Je bedeutungsvoller die unterdes stattgehabte Senkung, desto mächtiger die neuaufgeworfene Schlickschicht und desto dünner das entstandene Dargflötz. Derartig schwankte zwischen Meer und Moor der Kampf mit wechselndem Glücke solange hin und her, bis zuletzt infolge der Senkung des Landes der Einfluss des Meeres überwog und die obere und stärkste Alluvion bildete.

In Norwegen zeigt nun der Strand die entgegengesetzte säkulare Schwankung. Aber Blytt spricht nirgends von Torflagern und Profilen, welche auf einen derartigen Kampf zurückverweisen. Oder ist die sich hebende Küste Norwegens frei von Sturm und Wogenschwall? Orographie, Terrassenbildung und Strandlinienbau bezeugen laut, selbst wenn die direkten Beobachtungen schwiegen, — das Gegenteil. Eine solche Lücke muss befremden.

Gleiches Befremden ruft die Verallgemeinerung der Regel wach: Je näher das Torflager dem jetzigen Meeresspiegel gelegen, desto jünger ist es in seiner Existenz. Ihre Kraftlosigkeit innerhalb der unterschiedenen Höhenstufen haben wir zu zeigen versucht. Jetzt gilt es, ihre Fehlerhaftigkeit für höhere Gebiete zu ermitteln. Wir meinen, aus doppeltem Grunde muss die Regel falsch sein.

Erstlich unterrichtet ein Blick auf die Karte der klimatischen Bezirke und meteorologischen Tafeln, dass in besagten Höhen die Vegetationsperiode später beginnt, langsamer verläuft und viel eher sich schliesst als in den niederen Strandregionen [1]. Daher verlegen schon rein theoretische Erwägungen die grössten Moortiefen in die bevorzugte Strandzone, und die Wirklichkeit lässt sie hier auffinden.

[1] Prestel, Der Boden der ostfr. Halbins. 1870. S. 18. — Arends, Physiche Geschichte. 1825. Bd. 1. S. 149. — Grisebach, l. c. S. 109. — König, Moor und Torf in ihrer Beziehung zur säkularen Hebung der norwegischen Küste und zur säkularen Senkung des deutschen Nordseesaumes. Zeitschr. f. wiss. Geogr. 1884.

[1] Kosmos XIII, 1883. S. 349 ff., 501 ff. Das gestaute Moorwasser bewahrt im Frühlinge viel länger das Eis, als Seen und Flüsse. Durch ihre Lage im flachen Thal geniessen die dasigen Moore viel weniger die Sonne als viele Berggehänge.

Als zweiten Umstand bezeichnen wir den Abschmelzungsprozess glazialer Gletscher. Selbst der von allem Neuglazialismus freie Forscher muss darin mit uns übereinstimmen, dass vom Meeresgestade her die Gletscher Norwegens Schritt um Schritt, Stufe um Stufe nach dem Hochlande sich zurückzogen. Dank Kjerulf's verdienstlichen kartographischen Aufnahmen können wir innerhalb der norwegischen Moränenlandschaft noch viele von den Orten auffinden, an denen die zurückziehenden Helden der Eiszeit noch einmal feste Stellung zu nehmen versuchten. Und die Höhenverhältnisse dieser Orte lehren, dass die Kurven dieser Äquidistanten hierdurch zu einem idealen Masse für das Alter und die Tiefe der dasigen Torfmoore werden; denn je höher die Mulde gelegen, desto später wurde sie vom glazialen Eise befreit, desto später konnte das Moor entstehen.

Da die Wissenschaft kein absolutes Zeitmass für die Hebungs- und Senkungsvorgänge und kein Zeitmass für das Hinschmelzen des glazialen Eises hat, so ist und bleibt es eine logische Täuschung, von bestimmten Zahlenwerten zu sprechen und für Perioden zu 10500 Jahren zu plädieren. Irgend welche Zahlen allgemeinen Wertes existieren nicht einmal für den Gang der Aufschüttung von Torfmassen. Denn die geläufige Annahme, dass sich in 100 Jahren eine Torfschicht von 1 Fuss Mächtigkeit bilde (Heer), wird durch gleichgewichtige Beobachtungen beseitigt. Unger veranschlagt die 100jährige Torfschicht im Minimum zu zwei, im Maximum zu fünf Fuss, womit Lesquereux' Angaben gut übereinstimmen. Auch Palliardi's Werte lassen sich danach einreihen[2]. Folgende Thatsachen jedoch widerstreiten. »Bei Warmbrüchen in Hannover hat sich nachweislich in einem Zeitraum von 30 Jahren ein vier bis fünf Fuss mächtiges Torflager gebildet, und bei Radolfzell in Baden war das Torflager in 25 Jahren auf vier Fuss nachgewachsen.« Hiernach würde der 100 jährige Wachstumseffekt sogar 16 Fuss betragen. Wie jung müssten demnach, auch wenn wir das kleinste Mass zu Grunde legen, die tiefsten Torflager Norwegens (26 Fuss) sein! Oder welche Mächtigkeit müssten die Torflager haben, welche seit 80000 Jahren, seit dem angeblichen Ende der Eiszeit, bestehen.

Selbst wenn wir mit Blytt für die ältesten Moore nur vier Wachstumsstösse von je 10500 Jahren annehmen wollten, dann müssten uns Torflager von ca. 400 Fuss Mächtigkeit als Belege zur Seite stehen. Man bedenke: 400 Fuss. Man bedenke aber auch, dass Blytt von Waldschichten spricht, ohne irgendwo die als selbstverständlich vorhandene Fülle der unterschiedlichsten Pflanzenreste, wenn auch nur im allgemeinen zu schildern. Da, wo auf Moorboden 10500 Jahre ein Wald gestanden, dort müssen Blätter und Nadeln, Deckschuppen und andere Anhangsteile von Blüten und Blütenständen, dort müssen Fruchtgehäuse, Samen, Pollenkörner und reife Früchte neben Rinden-, Stamm- und Wurzelteilen im Torfe eingeschlossen sein. Dort müssen die Moor-

[2] Heer, Urwelt. S. 42. — Unger, Versuch einer Gesch. der Pflanzen. S. 130. — Lesquereux' Untersuchungen über die Torfmoore aus d. Franz. v. Lengerke. 1847. — Palliardi in Erdm. Journ. f. prakt. Chemie. XVIII. — Leunis, l. c. S. 217. — Grisebach, l. c. S. 95, 99.

torfstraten so von Wurzelwerk durchschlagen sein, dass Sphagnumtorf als solcher aufhören muss zu bestehen.

Zum Schluss müssen wir noch einen Blick auf die Logik der bedeutsamen Pflanzenreste werfen. Zunächst müssen wir wissen, dass die Reihe: Zwergbirke, Espe, Kiefer, Eiche, Hasel, Erle und Buche grösstenteils nicht auf Funde aus jenen angeblichen Waldschichten, sondern wie das von Blytt gezeichnete Generalprofil vorzüglich beweist, auf Einschlüsse aus den zwischengelagerten Torfstraten aufgebaut ist. Die Funde können somit nicht für die Existenz grosser und reiner Waldbestände, sondern nur für die Anwesenheit vereinzelter Artgruppen sprechen, womit die Statuierung jener kontinentalen Klimate ein ganz anderes Aussehen gewinnt. Noch unvorteilhafter gestaltet sich dasselbe, wenn wir erwägen, dass diese Baumreihe zum Teil aus jenen Internationalen zusammengesetzt ist, wie es Kiefer, Espe, Birke, Erle, Traubenkirsche und Eberesche sind, welche bekanntlich vom atlantischen Gestade Europas quer durch den Doppelkontinent hindurch bis zur pacifischen Küste Asiens vordringen. Pflanzen, welche aber hier überall kräftig gedeihen, welche diese vielen klimatischen Gegensätze ungefährdet aushalten und, was besonders bedacht sein will, trotz der weiten Abstände zwischen den hier verzeichneten abnormen Jahren mit zu niedriger und zu hoher Wärme und Feuchtigkeit gut bestehen, Pflanzen, welche Spezialthermometer solcher Art sind, bleiben untauglich, so feine klimatische Schwankungen massgebend anzuzeigen, als Blytt's Theorie voraussetzt. Denn gesetzt, die gemutmassten regelmässigen Wandlungen im Klima seien von statten gegangen, so war die Pflanzenwelt Norwegens doch nicht gezwungen, eine entsprechende Wandlung auszuführen.

Überschauen wir das gegebene Material, so halten wir es für ausreichend, sich ein zutreffendes Urteil über die Tragfähigkeit und Beweiskräftigkeit der Torfmoore und über die Sicherheit der klimatischen Wandlungen zu bilden.

Forderte unsere erste Untersuchung von allen Freunden exakter Forschung, die Blyttsche Torftheorie nur mit dem Zusatze sub conditione anzunehmen und vorzutragen, so verlangt dieser zweite Abschnitt, auf den grössten Teil ihrer gewichtigsten Schlüsse und Resultate zu verzichten.

Wissenschaftliche Rundschau.

Zoologie.

Neue Untersuchungen über Cilioflagellaten.

Fr. v. Stein, Der Organismus der Infusionstiere. III, 2: Die Naturgeschichte der arthrodelen Flagellaten: Einleitung und Erklärung der Abbildungen. 4^0. Mit 25 Tafeln. 1883.

G. Pouchet, Contribution à l'étude des Cilioflagellés. Journ. de l'anat. et de la physiol. 19me année. Nr. 4. 1883. p. 399—455. pl. 18—21.

G. Klebs, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusoriengruppen. Untersuchungen aus dem botan. Inst. zu Tübingen. Bd. I. pag. 233—362. Taf. 2—3.

P. Gourret, Sur les Péridiniens du Golfe de Marseille. Annales du musée. d'hist. nat. de Marseille. Tom. I. 1883. Avec 4 pl.

Seitdem der Referent über die bis dahin sehr vernachlässigte Gruppe der Cilioflagellaten eine ausführliche Arbeit veröffentlichte (Morphol. Jahrb. VII; ref. in Kosmos, Bd. XII, 1883, S. 451—453), haben sich die genannten Organismen mehrerer Bearbeitungen erfreuen können, welche die Kenntnis verschiedener Punkte in der Naturgeschichte derselben gefördert haben. Sowohl in der Morphologie und Systematik als auch in der Fortpflanzungsgeschichte sind die Kenntnisse bedeutend erweitert, obgleich, besonders was letzteres betrifft, doch sehr viel zu thun übrig bleibt und eine Verknüpfung der noch isoliert dastehenden Beobachtungen noch keineswegs möglich ist.

Was zuerst die Morphologie und Systematik der Gruppe betrifft, so ist es vor allem die grosse, leider noch unvollendete Arbeit Stein's, die in vorzüglicher Weise die Kenntnis der zahlreichen Modifikationen der Membran weitergeführt und uns mit einer Anzahl interessanter und zum Teil geradezu abenteuerlicher neuer Formen bekannt gemacht hat, von denen gewiss keiner geträumt hätte. Der berühmte Erforscher der Infusorien hat auch nicht nur frisches Material wie die sonstigen Beobachter untersucht, sondern auch viele schöne Formen aus den Mägen von pelagischen Tieren (besonders Salpen und Comatulen) geschöpft.

Die Untersuchungen Stein's haben zu einer ganz neuen Klassifikation geführt. Die Flagellaten zerfallen hiernach in zwei grosse Haupt-

gruppen: »monere« und »arthrodele Flagellaten«, welcher letztere Begriff alle Flagellaten von höher differenzierter Organisation umfasst. Er ist somit weiter gefasst als die Cilioflagellaten von Claparède und Lachmann, indem darin auch die Noktiluken aufgenommen sind. — Die arthrodelen Flagellaten werden dann wiederum in 5 Familien eingeteilt: 1) Prorocentrinen, 2) Cladopyxiden, 3) Peridiniden, 4) Dinophysiden, 5) Noktiluciden.

Die Prorocentrinen (= Adiniden des Ref.) sind durch den Mangel einer Quer- und Längsfurche charakterisiert; ausserdem stellt Stein die von Claparède und Lachmann, sowie vom Ref. angegebenen Cilien in Abrede, fand dagegen ein nach hinten umgeschlagenes (zweites) Flagellum, das undulierende Bewegungen ausführte. Ausser der Gattung *Prorocentrum* beschreibt Stein noch eine neue Gattung: *Dinopyxis*, welcher der Stirnfortsatz (»Leisten-Stachelapparat« des Ref.) fehlt; »nicht ohne Bedenken« wird hierher auch die Gattung *Cenchridium* gerechnet, die der Verf. nur in toten Exemplaren untersuchte; dieselbe hat am Vorderrand eine steife Einbiegung der Membran (»Schlund«) und deutliche Naht zwischen den Schalenhälften. — Noch eine Prorocentrinengattung wurde unter dem Namen *Parroeclia* von Gourret beschrieben; der Charakter derselben besteht in zwei Stirnfortsätzen. Das Postprorocentrum maximum desselben Verf. scheint der Gattung *Dinopyxis* St. angehörig zu sein.

Sehr bereichert wurde durch die Steinschen Untersuchungen die Familie der Dinophysiden. Die Gattung *Dinophysis* selbst wird durch zahlreiche neue Arten erweitert, von denen besonders *D. homunculus* [1] schön und sehr variabel ist. Im Gegensatz zum Ref. lässt Stein alle die Stachel der »Handhabe« von der linken Membranhälfte entspringen; von der rechten soll nur ein »Nebenflügel« (»schwach brechende Leiste« des Ref.) ausgehen. — Bei der Gattung *Phalacroma*, derjenigen von den neuen Formen, welche *Dinophysis* am nächsten steht, laufen die Furchensäume (Querfurchenleisten) horizontal und die Querfurche liegt weiter nach hinten, so dass diese Gattung gewissermassen eine Brücke von den Dinophysiden zu den Peridiniden schlägt. — Die schon längst bekannte Gattung *Amphidinium*, die vom Ref. auf Grundlage von Spengel's Beobachtungen zu den Gymnodiniden gestellt worden war, soll nach Stein und Pouchet eine Membran besitzen, die an der Bauchseite klafft und woraus das »Kopfsegment« frei hervorsteht; das Flagellum soll dicht hinter diesem entspringen; Stein führt sie nach seinen Beobachtungen wieder zu den Dinophysiden hin.

Alle die sonstigen neuen Dinophysiden sind höchst abweichende, bizarre Formen, die sich in verschiedener Richtung mehr oder weniger weit von den typischen Verhältnissen entfernen. So hat die Gattung *Amphisolenia* einen ungeheuer langen, röhrenförmigen Hinterkörper und diesen noch dazu in drei Abschnitte gesondert, von denen der mittlere an einem Vorsprung die Flagellumspalte (»den Mund«) trägt, während das Kopfsegment äusserst reduziert ist. — Eine andere Abweichung

[1] Die Gourretschen Arten *D. tripos, inaequalis* und *Allieri* sind wahrscheinlich nur Varietäten von *D. homunculus;* ebenso scheint *D. acuta* var. *geminata* von Pouchet hierher zu gehören.

stellt *Citharistes* dar, die an der Rückenseite einen tiefen sattelartigen Ausschnitt hat, über welchen durch zwei von vorn nach hinten laufende Pfeiler der Membran eine Brücke geschlagen wird. — Höchst abnorm und abenteuerlich gestaltet sind aber die beiden Gattungen *Histioneis* und *Ornithocercus* [1], die eine kleine, durch den Besitz eines sogenannten »Hinterflügels« (eines accessorischen »Leisten-Stachelapparates«) sowie durch eine sonderbare schräge Stellung der Querfurche charakterisierte Gruppe bilden; letztere ist bei *Histioneis* in der Rückenlinie unterbrochen, bei *Ornithocercus* dagegen kontinuierlich. Bei letzterer ist der Hinterflügel ganz enorm entwickelt und reicht bis über die Mitte des Rückenrandes herauf, wo er durch mächtige, reich verästelte Rippen gestützt wird.

Auch die Familie der Peridiniden hat einen so starken Zuwachs durch Stein's Untersuchungen erfahren, dass es schon schwerer fällt, sich in der bunten Mannigfaltigkeit der Formen zurecht zu finden. Sehr wichtig erscheint der Nachweis der Homologien für die einzelnen Teile der Membran der zahlreichen getäfelten Formen; es werden sowohl vorn wie hinten zwei fast konstante Gruppen von Platten nachgewiesen: Basalplatten, der Querfurche angelagert, und Frontalplatten oder Endplatten an den Körperpolen; auch die Kenntnis der bereits längst bekannten Formen wird erheblich gefördert, besonders in dieser Hinsicht, und somit die Gattungsmerkmale noch genauer als früher festgestellt. So wird nachgewiesen, dass die Membran der Ceratien vorn und hinten aus drei Basalplatten sowie vorne aus drei, hinten aus einer Frontalplatte gebildet wird; das vordere Horn wird aus den drei Frontalia zusammengesetzt, während das hintere linke Horn auch einen Fortsatz des hinteren Frontale darstellt; das hintere rechte Horn (»Seitenhorn«) wird dagegen von einer Basalplatte gebildet. Der ventrale Ausschnitt ist grösstenteils durch eine leicht herausfallende »Mundplatte« verdeckt, die eigentliche »Mundplatte« ist sehr schmal [2]. — Die allermeisten Peridinidengattungen haben die Membran aus 5 Basalia vorne und hinten (ausser einer wechselnden Zahl von Frontalia) gebildet; hierher gehören die Gattungen *Oxytoxum*, *Pyrgidium*, *Amphidoma*, *Goniodoma*, *Gonyaulax*, *Diplopsalis;* die interessanteste ist aber *Ceratocorys*, die einen ganz viereckigen Vorderkörper besitzt, der aus 5 Basalien und einem einzigen viereckigen Frontale besteht; letzteres trägt an seinen Ecken vier schwertförmige »Frontalhörner«; ausserdem finden sich noch ein Rücken- und Bauchhorn, die zwischen den Basalia stehen; alle diese Hörner sind hohl und enthalten einen federförmig verästelten Kanal. Der Hinterkörper ist sehr reduziert, hat 5

[1] Wahrscheinlich gehört hierher auch die von Pouchet beschriebene *Dinophysis galea* (wenigstens teilweise).

[2] Von *Ceratium*-Arten hat Gourret 25 beschrieben, von denen die allermeisten von allen anderen Verfassern nur als Varietäten betrachtet werden könnten. Pouchet dagegen verfährt in ganz derselben Weise wie Ref., stellt Formenkreise („groupe spéc.") auf. Man sieht hieraus, wie schwer es fällt, zu sagen, was Art, was Varietät ist. — Stein beschäftigt sich in der erwähnten Arbeit mit dieser Frage gar nicht.

Basalia, aber keine Frontalia, ein Basale ist als Längsfurchenplatte ausgebildet [1]. — Bei den Gattungen *Blepharocysta* und *Podolampas* sind (ausser den Frontalia) vorne 5, hinten 3 Basalplatten vorhanden.

Noch grösser ist endlich bei der Gattung *Peridinium* [2] die Zahl der Basalplatten am Vorderkörper, wo sieben solcher und sieben der Frontalregion angehörige Platten vorhanden sind; am Hinterkörper finden sich 5 Basalia, sowie (gewöhnlich) 2 Endplatten. — Die Gattung *Heterocapsa* hat einen getäfelten Vorderkörper, die Membran des Hinterkörpers ist aber homogen.

Mit der Gattung *Protoceratium* (Ref.) scheint die Steinsche *Clathrocapsa* identisch zu sein, die keine Täfelung, sondern eine netzförmige Struktur der Membran besitzt. Obgleich ersterer Name jetzt (nach dem Nachweis der Täfelung der Ceratiummembran) keinen Sinn hat, muss er leider doch nach den gewöhnlichen Prinzipien der Nomenklatur bestehen bleiben. — Die anderen Gattungen der Peridiniden, *Glenodinium* (mit homogener Membran), *Gymnodinium* (ohne solche) und *Hemidinium* (mit der Querfurche nur an einer Seite des Körpers) sind nur bildlich dargestellt.

Die von Ehrenberg aus den Feuersteinen beschriebenen Xanthidien haben mit Desmidiaceen nichts zu thun (wie eine Zeitlang angenommen), sondern sind nach Stein arthrodele Flagellaten und sollen die Familie der Cladopyxiden bilden. Der Verfasser hat eine Quer- und Längsfurche nachgewiesen, erstere etwa äquatorial gelegen; der Körper ist in hohle, armartige Fortsätze, die sich dichotomisch verästeln, verlängert; der Charakter der Familie ist übrigens nicht bestimmter angegeben. Der Verfasser hat sein Material aus Salpenmägen.

Den Übergang von den Peridiniden zu den Noktiluciden bildet nach Stein die von ihm entdeckte Gattung *Pyrophacus*, die zwei durch ein schmales Gürtelband (Querfurche) verbundene, getäfelte Membranhälften besitzt; die »Mundspalte« findet sich an der »Bauchschale« (wohl = hintere Schalenhälfte der Peridiniden), während an der »Rückenschale« (= vordere Hälfte) die für die Noktiluken charakteristische Stabplatte befindlich ist. Die Anzahl der Tafeln wird mit dem Alter vermehrt. Bei der ebenfalls neuen Gattung *Ptychodiscus* ist die Membran nicht getäfelt; zwischen Rücken- und Bauchpartie ist die Membran eingefaltet (»Gürtelzone«). *Noctiluca* selbst endlich weicht von dieser eigentlich nur durch das Nichtgefaltetsein der Membran sowie durch das Vorhandensein von Tentakel und Tentakelgerüst ab.

Über die nähere Stellung aller dieser Familien zu einander spricht Stein sich sehr wenig aus; seine Arbeit ist wesentlich empirisch gehalten und mit Recht. Es ist indessen dem Ref. schwer verständlich, wie der Verf. einerseits die Prorocentrinen als die niedersten arthrodelen Flagellaten ansieht, die den Übergang zu den moneren darstellen, und anderseits die Dinophysiden im Vergleich zu den Peridiniden als die syste-

[1] Von Gourret wurde dasselbe Wesen auch beobachtet und unter dem Namen *Dinophysis Jourdani* beschrieben, indem der Verf. den Vorderkörper als Hinterkörper und umgekehrt auffasste.

[2] Worin offenbar auch die Protoperidinien vom Ref. und Pouchet aufgenommen sind.

matisch höhere Gruppe auffasst. Nach wie vor dem Erscheinen von Stein's Werk scheint doch alles dem Ref. darauf zu deuten, dass die Dinophysiden unter den Diniferen diejenigen sind, die den Prorocentrinen (Adiniden) am nächsten verwandt sind [1].

Über den Bau des Protoplasma theilt Stein fast nichts mit. Klebs will bei den Süsswasser-Peridiniden nichts von Chlorophyllkörpern und von diffusem Diatomin wissen (Ref.), sondern gibt nur geformte Diatomin-träger an. — Der genannte Autor will ausserdem gesehen haben, dass der vom Ref. beschriebene »kontraktile Saum« nichts weiter ist als eine zweite Geissel, die durch ihre wellenartigen Bewegungen den Anschein einer undulierenden Membran hervorruft, sich aber durch Reagentien fixieren lässt [2]. Ist dies richtig, so fällt natürlich die vom Ref. u. a. behauptete Verwandtschaft zu den Peritrichen weg.

Es ist sonderbar, dass man sich über die Ernährungsverhältnisse dieser Organismen noch so unklar und unbegründet aussprechen kann, wie es in den meisten der citierten Arbeiten der Fall ist. Ref. hatte versucht, eine vorurteilsfreie Darstellung dieser Punkte zu geben, indem er die verschiedenen Eigenschaften des Protoplasma bei verschiedenen Arten speziell hervorhob. Diese Ansichten haben wenig Beachtung gefunden; Stein und Gourret behaupten die tierische Ernährung aller dieser Organismen, ohne indessen irgend welchen ordentlichen Beweis hierfür zu liefern, und Klebs vindiziert wenigstens für alle die Süsswasserformen die pflanzliche Ernährungsweise.

Was endlich die Fortpflanzungsverhältnisse dieser Organismen betrifft, so haben die verschiedenen Beobachter allerlei gesehen, indessen die Kette der Erscheinungen bei weitem nicht verstanden; auch gehen die Ansichten der einzelnen Forscher sehr auseinander. So hält Stein an Querteilung und Konjugation durch Vereinigung zweier Individuen in der Längsachse fest, während nach Klebs die Querteilung nicht existieren soll und das, was Stein für Konjugation hält, eine schiefe Längsteilung ist. — Die Kystenbildungen der Peridiniden sind von Stein nur bildlich dargestellt, ohne dass er im Text derselben Erwähnung thut; besonders schön sind die von ihm entdeckten Kysten der Ceratien. Gourret fasst den Vorgang — soviel ich seine nicht sehr klar geschriebene Darstellung verstehe — so auf: Das Protoplasma zieht sich (bei *Perid. divergens*) innerhalb der Membran zusammen, diese wird abgeworfen, und es hat sich indessen schon eine Kyste gebildet,

[1] Einige systematische Versuche von Klebs, wie z. B. denjenigen, die Gattungen *Gymnodinium*, *Glenodinium*, *Hemidinium* und *Peridinium* wieder in eine Gattung zu verschmelzen, sowie ohne ordentliche Motivierung *Gymnodinium spirale* und *Polykrikos* aus der Gruppe der Cilioflagellaten zu entfernen, können wir wohl vorläufig auf sich beruhen lassen. Auch mit seiner Hinführung derselben als isolierte Gruppe unter den Thallophyten ist nicht viel gewonnen.

[2] Dieselbe Beobachtung hat mir auch Spengel (an *Amphidinium*) brieflich mitgeteilt. — Die Weise, in der mich bez. dieses Punktes Gourret citiert, ist sehr merkwürdig, nämlich so, als hätte ich die „Cilien" durch die zwei bei den Ceratien in der Querfurche befindlichen Porenreihen austreten lassen. Erstens spreche ich nicht von „Cilien", sondern von „kontraktilen Säumen", und zweitens habe ich schon vor Pouchet angegeben, dass diese aus Spalten am Rande der Querfurchenleisten austreten.

innerhalb welcher die Teilung sich vollzieht. Bei anderen Formen aber ist es sicher, dass das nackte Individuum erst eine Zeitlang frei herumschwärmt (Stein).

Schliesslich seien mit ein paar Worten einige höchst merkwürdige Erscheinungen bei den marinen Cilioflagellaten erwähnt, auf die Pouchet zuerst die Aufmerksamkeit gelenkt hat, denen er jedoch nicht vermocht hat näher auf den Leib zu rücken. Der genannte Verf. hat die Ceratien des Meerwassers mehrmals in ganzen Ketten gefunden, bis 8 Individuen hinter einander, die in der Weise angeordnet sind, dass das vordere Horn des einen Individuums mit seiner Spitze immer an der Flagellumspalte des nächstvorhergehenden inseriert ist; nähere Angaben fehlen. Auch hat Pouchet bei *Dinophysis* beobachtet, dass zwei Individuen bisweilen dos-à-dos mit einander vereinigt sind; was das aber für einen Sinn hat, liegt auch noch ganz im dunkeln.

Es geht aus diesen kurzen Bemerkungen hervor, dass, während die Morphologie und Systematik der Gruppe durch die schönen Untersuchungen Stein's eine in gewissen Beziehungen ziemlich erschöpfende Bearbeitung gefunden hat, an vielen anderen Punkten der Naturgeschichte dieser Organismen noch viel zu thun übrig bleibt, um über die erwähnten Verhältnisse einigermassen klar zu werden, und vielleicht wird es nur durch sorgfältige experimentelle Untersuchungen möglich sein, über die komplizierte Fortpflanzungsgeschichte sicheren Aufschluss zu erhalten.

Es sei bei dieser Gelegenheit mit ein paar Worten auf eine ganz allgemeine Frage in der Naturgeschichte der Protisten hingewiesen, die von Prof. A. Gruber[1] in Opposition zu den Anschauungen des Ref. erörtert worden ist. In meiner erwähnten Arbeit hatte ich die Flagellaten-Ähnlichkeit der Schwärmsprösslinge der Heliozoen, Monothalamien und Radiolarien besonders hervorgehoben und für eine meiner damaligen phylogenetischen Hypothesen zu verwerten versucht. Gruber sagt nun, man könne bei den Protozoen wohl von Wachstum, nicht aber von Entwickelung reden, und er führt als Beispiel für seine Auffassung die *Mikrogromia socialis* Hertw. an. Indem diese Monothalamie sich teilt, bleibt das eine Individuum innerhalb der alten Schale zurück und bewahrt ganz die Rhizopodencharaktere; das andere schwärmt als ein ganz flagellatenähnliches nacktes Wesen heraus und erst später bildet sich dasselbe in die Rhizopodenform um. Gruber meint, man könne letzteres nicht jünger als das erstere nennen, beide wären gleichaltrig, und deshalb könne man nicht von einer »Entwickelung« sprechen. Indessen damit ist der Hauptpunkt ganz ausser acht gelassen. Gewiss sind die beiden Individuen gleichaltrig, und ebenso gewiss macht das eine von denselben — das zurückbleibende — keine wesentlichen Formveränderungen durch; aber das andere geht eine ganz bedeutende morphologische Umbildung ein: von einem nackten geht es in einen membrantragenden Zustand über und statt der provisorischen Geissel hat es später als Bewegungs-

[1] A. Gruber, *Dimorpha mutans*, eine Mischform von Flagellaten und Heliozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 36, pag. 445—458, 1882.

organe Pseudopodien. Erwägt man noch das Moment, dass das erste die ursprüngliche Schale und die Eigenschaften des Muttertieres unmittelbar behält, dann ist es gewissermassen (biologisch) als eine Mutter zu betrachten, die den Schwärmsprössling lebendig gebiert; und noch viel schlagender wird dies, wenn innerhalb einer Radiolarie zahlreiche Schwärmsprösslinge, die sich später zu ebensolchen Wesen umbilden, entstehen. Letzteres ist ganz ebensogut als »Entwickelung« zu bezeichnen, als wenn ein Keim innerhalb einer Redie zu einer Cerkarie und diese später zu einem *Distomum* sich entwickelt. Ob dabei Zellteilung stattfindet oder nicht, ist für diese Frage ganz indifferent. Man kann bei Protozoen ebensogut wie bei Metazoen eine Entwickelung wahrnehmen, denn es gibt auch Entwickelung ohne Zellteilung.

R. S. Bergh (Kopenhagen).

Chemie.

Zur Entwickelungsgeschichte der modernen Chemie.[1]

Die Zeit zur Abfassung einer objektiven Darstellung der Geschichte der neueren Chemie ist noch nicht gekommen, da die hierzu berufenen Fachmänner durch die eine oder die andere Richtung beeinflusst sind. Um so mehr ist es Pflicht derer, welche die Entstehung und das Wesen chemischer Theorien darlegen, alles auszuschliessen, was die voraufgehenden Entwickelungsstadien der theoretischen Chemie in falschem Lichte erscheinen lassen kann. Die historische Behandlung dieses Gegenstandes in manchen Lehrbüchern der organischen Chemie z. B. lässt in dieser Hinsicht sehr viel zu wünschen übrig; ja man kann darin vielfach Entstellungen nachweisen, welche sich zunächst vielleicht unbewusst eingeschlichen haben, dann aber mehr und mehr in den Köpfen der gläubigen Leser sich festsetzen.

Das unten citierte Buch von Alber. Rau liefert für das oben Gesagte mannigfache und treffende Beweise. Das Werk ist ein in grossem Massstabe angelegter und durchgeführter historisch-kritischer Versuch einer Entwickelungsgeschichte der sogen. modernen Chemie. Dasselbe enthält eine stattliche Reihe von Protesten gegen die unhistorische Richtung der modernen chemischen Forschung; es wendet sich mit einschneidender Kritik gegen die Schäden der letzteren, ja es spricht manchen Anschauungen, welche von vielen Chemikern adoptiert sind, den wissenschaftlichen Charakter gänzlich ab. Das Buch Rau's wird daher sehr vielen höchst unbequem sein; man wird sich bemühen, dasselbe tot zu schweigen, wie es schon mit den beiden ersten (vor 5, resp. 7 Jahren) erschienenen Abteilungen desselben seitens des chemischen Publikums geschehen ist. Trotz des vornehmen Schweigens, in

[1] Albrecht Rau: Die Theorien der modernen Chemie, erstes Heft: „Die Grundlage der modernen Chemie“ (1877); zweites und drittes Heft: „Die Entwickelung der modernen Chemie“ (1879 u. 1884), erschienen bei Fr. Vieweg u. Sohn in Braunschweig.

welches sich die Angegriffenen hüllen und welches Rau köstlich gekennzeichnet hat (vergl. S. 312 des letzten Heftes), bleiben die schweren, von ihm erhobenen Beschuldigungen bestehen. Verf. selbst wünscht dringend, eingehender Kritik unterworfen zu werden; er sagt S. 225/226 seiner letzterschienenen Schrift: »Auf Nachsicht mache ich nun keinen Anspruch. Im Gegenteil: je nachsichtsloser man mich beurteilt, desto mehr hoffe ich dabei zu lernen. Ich will, dass die Wahrheit herauskommt, und aus diesem sonderbaren Grund, lieber Leser, schreibe ich meine Bücher; ich greife nur an, um ordentlich widerlegt zu werden, und ich weiss, dass die Wahrheit auch dann mir noch liebenswert erscheint, wenn ich ihr nicht nahe gekommen wäre, ja wenn das Suchen nach ihr mir nur Unangenehmes eingetragen hätte, und noch ferner eintragen würde!«

Dem Wunsche des Verf. sollte seitens der modernen Chemiker, welche er mit scharfen Waffen angegriffen hat, Rechnung getragen werden.

Albr. Rau hat im Vorwort zu dem letzten Heft seines Werks eine gedrängte Übersicht von dessen Inhalt gegeben. Obwohl man sich dadurch schnell über letzteren sowie über den Standpunkt des Verfassers orientieren kann, so sei doch hier, für die Leser dieser Zeitschrift, in wenigen Zügen ein Bild von dem reichen Inhalt der dreigliederigen Schrift entworfen.

Verf. hat sich die schwierige Aufgabe gestellt, die Entwickelung der modernen Chemie zu schildern. In dem ersten Hefte (1877 erschienen) untersucht derselbe, wie sich aus dem Titel: »Grundlage der modernen Chemie« ergibt, den Grund und Boden, aus welchem diese sogen. moderne Chemie emporgewachsen ist. Dumas, der bekannte französische Chemiker, wird als Vater dieser ganzen Richtung gekennzeichnet. In schärfstem Gegensatz zu letzterer steht die klassische Chemie, deren gewichtigster Vertreter, Berzelius, von Rau als Muster eines wahren Naturforschers hingestellt und gewürdigt wird. Dem von Berzelius ausgesprochenen, aus den Thatsachen naturgemäss abgeleiteten Satz, dass der Charakter der chemischen Verbindungen von der Natur der sie konstituierenden Elemente abhänge, war Dumas mit der gegensätzlichen Behauptung, dass nicht die Natur dieser Elemente, sondern ihre Lagerung für das Wesen der Verbindungen massgebend sei, entgegengetreten.

Dieser Satz, welcher die höchst bedenkliche, weil exakt nicht erweisbare Idee der Lagerung von Atomen in sich schliesst, zieht sich wie ein roter Faden durch die Entwickelung der modernen Chemie, er ist — wie Rau meint — »der Grundgedanke der modernen Richtung bis zum heutigen Tage«. Wenn auch der Verf. in der Art und Weise, diese Behauptung zu begründen, häufig zu weit geht, so hat er doch im allgemeinen Recht, denn die Qualität der in einer Verbindung enthaltenen Atome wurde und wird noch jetzt von den Vertretern der modernen Chemie zu wenig berücksichtigt.

Auf die Entwickelung der letzteren haben, nächst ihrem Urheber (Dumas), Laurent und Gerhardt den bestimmtesten Einfluss geübt. Den

Nachweis dafür sucht Rau in dem zweiten Hefte seiner Schrift zu liefern. Hier entfaltet der Verf. seine kritisch-dialektische Begabung in glänzender Weise. Entgegen der in den meisten historischen Darlegungen über die Entwickelung der Chemie gehegten und gepflegten Meinung, dass dem Dreigestirn: Dumas, Laurent, Gerhardt eine hohe reformatorische Bedeutung zukomme, vertritt Rau den Satz, dass die genannten den Bau der wissenschaftlichen Chemie untergraben haben, ja er bezeichnet dieselben als Destruktoren. Diesen schweren Vorwurf begründet der Verf. durch die Kritik der phantastischen, von scholastischem Geiste erfüllten Systeme Laurent's und Gerhardt's, insbesondere der Typentheorie des letzteren. Dieser, mit Unrecht Theorie genannte Versuch, die organischen Verbindungen mit Hilfe eines künstlichen Systems zu klassifizieren, wird als toter Schematismus von Rau gekennzeichnet. Der Einfluss der von der klassischen Schule ausgehenden Strömungen namentlich auf Gerhardt wird gehörig berücksichtigt, so dass es auch in diesem zweiten Hefte der Rau'schen Schrift nicht an grell beleuchteten Gegensätzen zwischen der klassischen und der modernen Richtung fehlt.

Noch schärfer als in den eben kurz besprochenen Heften treten sich die beiden Richtungen in der neuerdings erschienenen Schlussabteilung gegenüber. Hier handelt es sich um die letzte Phase der modernen Chemie, um die Ausbildung der sogen. Strukturtheorie.

In den beiden ersten Kapiteln entwickelt Rau in scharfsinnigster Weise die Entstehung des Paarungsbegriffs in der organischen Chemie, wie dieser von Berzelius geschaffen, von Gerhardt missbraucht wurde, wie an denselben Kolbe und Frankland anknüpften und so zur Erkenntnis der Sättigungskapazität der Grundstoffe gelangten (Kap. III). Das Verdienst beider Forscher an der Feststellung dieses wichtigen Prinzips wird eingehend erörtert und gebührend gewürdigt, ganz im Gegensatz zu den Darlegungen über den gleichen Gegenstand in modernen Lehrbüchern[1]. Frankland ist es unbestreitbar gewesen, welcher zuerst die Lehre von der Sättigungskapazität der Grundstoffe präzis formulierte. Der Paarungsbegriff, welcher bis dahin zur Erklärung einer Reihe von Erscheinungen gedient hatte, konnte nun fallen gelassen werden, da die Ursache der Paarung in der Sättigungskapazität der Elemente aufge-

[1] Insbesondere die Einleitung zu Kekulé's Lehrbuch der organischen Chemie hat vielen als Fundgrube gedient, aus welcher sie ihre Kenntnisse der Entwickelung der Chemie geschöpft haben. Darüber spricht sich einmal Kolbe wie folgt aus: „Von der Mehrzahl derer, welche in der Neuzeit chemische Lehr- und Handbücher schreiben, selbst von einem Verfasser der Entwickelungsgeschichte der Chemie (Ladenburg) ist und wird mit Vorliebe Kekulé's Lehrbuch der Chemie als Hauptquelle benutzt. Daher kommt es, dass in jenen Schriften die schiefen Urteile und Entstellungen sich wiederfinden, woran Kekulé's Lehrbuch überreich ist, und was noch schlimmer, bei der jüngeren Generation von Chemikern der Glaube an die Richtigkeit der von Kekulé in die Welt gesetzten Irrtümer mehr und mehr sich befestigt.“ Einen neuen Beweis für das Gesagte liefert der erste Abschnitt, betitelt: Entwickelung der organischen Chemie, in dem „ausführlichen Lehrbuch der organischen Chemie“ von Schorlemmer und Roscoe (bei Vieweg & Sohn 1882 erschienen). Rau hat dies Verfahren der modernchemischen Geschichtsschreibung an verschiedenen Stellen seiner Schrift gebrandmarkt.

funden war. Der Verf. betont mit Recht die Kontinuität, in welcher sich Kolbe und Frankland mit Berzelius befinden, während von moderner Seite diese für die Entwickelung einer Wissenschaft notwendige Kontinuität häufig durchbrochen wird.

Obwohl durch jene Idee von der Sättigungskapazität der Grundstoffe die Typenlehre Gerhardt's gegenstandslos geworden war, so versuchte doch Kekulé, dieselbe durch Aufstellung der sogen. multipeln und der gemischten Typen zu erweitern, ohne sie im geringsten zu vertiefen (Kap. IV und V). Rau zeigt, dass »diese Art der Ableitung organischer Verbindungen aus einfacheren in einer blossen Dialektik bestand, bei welcher alle Realität in Dunst verging«; er weist ferner mit Geschick darauf hin, dass Kekulé an seinem eigenen System vernichtende Kritik geübt hat, insofern er (K.) den »gänzlichen Mangel exakt wissenschaftlicher Prinzipien in der Chemie« betont (vergl. S. 74 ff.). Hieran knüpft Rau treffliche Bemerkungen über die Chemie als wahre Wissenschaft; der von Dumas, Gerhardt, Kekulé vertretenen Richtung wird die Wissenschaftlichkeit abgesprochen. Wie der Verf. dies harte Urteil zu begründen versucht, das ist im fünften Kapitel seiner Schrift nachzulesen.

Während die von Gerhardt aufgestellte, von Kekulé weitergeführte »Typentheorie« Schiffbruch erleiden musste, lehrt Kolbe den natürlichen Zusammenhang zwischen unorganischen und organischen Verbindungen kennen: an Stelle der sterilen, mit scholastischen Elementen durchsetzten Typenlehre tritt eine lebendige Auffassung der organischen Chemie. Dies wird, an der Hand einer besonders wichtigen Abhandlung Kolbe's (aus dem J. 1859) in Kap. VI und VII eingehend geschildert. Kolbe steht auf den Schultern von Berzelius; die alte Radikaltheorie gewinnt durch ihn neues Leben, nachdem er unhaltbare Grundsätze (wie den von der Unveränderlichkeit der Radikale) abgestreift hatte. Der schon von Berzelius geahnte Satz, dass die organischen Verbindungen Abkömmlinge der unorganischen seien, wird von Kolbe in glänzender Weise durchgeführt und damit die Frage nach der chemischen Konstitution der organischen Körper beantwortet oder ihrer Lösung näher geführt.

Namentlich Kolbe's Prognosen neuer Verbindungen, durch deren baldige Entdeckung sich erstere glänzend bestätigten, geben Rau Veranlassung, den Unterschied zwischen der klassischen Richtung und der modernen scharf hervorzuheben. In diesen Prognosen erkennt der Verf. den Anfang einer deduktiven Behandlung der Chemie; seine von tiefem philosophischem Verständnis zeugenden Bemerkungen über Induktion und Deduktion, über deren Wechselbeziehungen bei wissenschaftlichen Untersuchungen verdienen mit grösster Aufmerksamkeit gelesen zu werden [1].

[1] In welcher Weise der Verf. philosophisches Kapital daraus zu schlagen weiss, geht aus folgenden, dem Vorwort (S. XVI) entnommenen Sätzen hervor: „So wurde es durch Kolbe klar, dass durch die vom Objekt bestimmte Forschung oder durch begriffliche Formulirung von Thatsachen sogenannte synthetische Erkenntnisse a priori erzeugt werden können. Die durch Kant beeinflussten idealistischen Philosophen waren bis jetzt der Meinung, dass solche Erkenntnisse nur deshalb erzielt werden könnten, weil in unserem Intellekte die formalen Elemente,

Die letzten, am meisten ausgedehnten Abschnitte (VIII, IX und X) der Rau'schen Schrift gelten der Entwickelung der Strukturlehre, deren Zusammenhang mit der Gerhardt'schen Typentheorie schon in einem früheren Kapitel (S. 66) angedeutet ist. Der Verf. charakterisiert diese Entwickelungsphase (und damit zugleich den Inhalt der letzten Kapitel) folgendermassen: »Das Wesen der Strukturchemie besteht zunächst darin, dass man die Sättigungskapazität der Grundstoffe, welche erfahrungsgemäss bei ein und demselben Element eine verschiedene sein kann, ohne dass für diese Verschiedenheit ein Grund angegeben werden kann, gleichwohl als eine konstante auffasste. Eine theoretische Begründung dieses Prinzips, welches gewöhnlich als konstante Valenz bezeichnet wird, versuchte zuerst E. Erlenmeyer, dessen Theorie im Kap. VIII entwickelt und kritisiert wird. Kap. IX beschäftigt sich mit der Darlegung und Kritik der Ansichten von Lothar Meyer, Alexander Naumann, A. Wurtz, Sell und Büchner über konstante, beziehentlich wechselnde Valenz.«

In welchem Zusammenhang mit den verschieden schattierten, modernen Lehren von der Valenz das sogen. Gesetz der Atomverkettung steht, das zu zeigen, ist Aufgabe des letzten Abschnitts. Hören wir auch hier Rau selbst, welcher am Schluss des Vorworts den Inhalt des Kap. X wie folgt zusammenfasst: »Durch die Lehre von der konstanten Valenz bekam nun auch das, was schon Laurent und Gerhardt als Lagerung oder Anordnung der Atome bezeichnet hatten, einen bestimmten Sinn. Da die konstante Valenz als eine endgültige Erkenntnis aufgefasst wurde, über welche hinaus das Erkennen nicht zu dringen vermöge, so stellte man sich vor, dass durch die Erforschung der Konstitution der Verbindungen nichts weiter ermittelt werden könne oder solle, als wie die den zusammensetzenden Elementen beigelegten Werte unter einander gebunden seien oder wie sie sich gegenseitig absättigten. Diese Anschauung führte weiterhin zu der sogenannten Theorie der Atomverkettung, welche im Kap. X eine kritische Darstellung findet.«

In den drei letzten Abschnitten seines Werkes hält Verf. ein strenges Gericht über die »Theorien der modernen Chemie«: er weist mit logischer Schärfe die Anhäufung von unbewiesenen Hypothesen in der Lehre von der konstanten Valenz sowie von der Atomverkettung u. s. w. nach, polemisiert gegen die vermeintliche Erkenntnis einer räumlichen Lagerung der Atome (»Struktur« der Verbindungen), unterwirft die Ansichten mancher Führer der modernen Richtung einer durchdringenden, fast vernichtenden Kritik und deckt die bedenklichen Widersprüche, welche dieselben sich zu schulden kommen lassen, schonungslos auf. Mit Recht verurteilt Rau die in der neueren Geschichtsschreibung der Chemie eingerissenen Entstellungen und die historische Unkenntnis mancher Autoren (vergl. S. 171 ff., 188, 225, 332). Dass nach alle-

---

welche alle Erkenntnis und die Erfahrung selbst bewirkten, bereit lägen. Durch jene Entdeckungen Kolbe's wird aber ein ganz anderes Licht auf die Entstehung „synthetischer Erkenntnisse a priori" verbreitet; so wertvoll sie an und für sich für die Chemie sind, so enthalten sie noch eine Seite, welche den Bereich dieser Wissenschaft überschreitet," u. s. f.

dem das Resultat für die moderne Chemie und ihre Vertreter höchst ungünstig ausfällt, ist leicht vorauszusehen (vergl. die Charakteristik der modernen Chemiker S. 304 u. a. a. Stellen).

Dem oben in kurzen Zügen dargelegten Inhalte des Rau'schen Werkes seien einige allgemeine Bemerkungen über dasselbe angefügt. Aus dem obigen Referate ergibt sich schon zur Genüge der Standpunkt des Verfassers, welcher der modernen Chemie mit kritischem Schwerte zu Leibe geht. In unserer Zeit, welche — was namentlich die Chemie anlangt — durch Kritiklosigkeit ausgezeichnet ist, hat das Werk seinen besondern Wert. Wenn auch der Verf. in seinen Angriffen manchmal vielleicht zu weit geht, so wird doch dadurch manches Gute erreicht, sei es auch nur, dass der Nutzen des Buches darin besteht, dass ein Teil der Chemiker gegen ihre bisherige Anschauungsweise misstrauisch wird und fortan die theoretischen Speisen, welche ihnen dargeboten werden, statt sie gedankenlos zu geniessen, zuvor prüft. Rau sekundiert durch seine Kritik in wirksamer Weise Kolbe, welcher allein gegen die Lehren der modernen Chemie Front macht und sie unermüdlich bekämpft.

Die Kritik Rau's würde übrigens an und für sich nicht befriedigen und das nicht erreichen, was sie bezweckt, wäre sie nicht gestützt durch Qualitäten, welche zugleich die Hauptvorzüge des Werkes ausmachen. Dazu gehören in erster Linie die Einfachheit und Präzision der Sprache, sowie die Klarheit aller Erörterungen. Ein Gedanke folgt mit logischer Schärfe aus dem andern; man stösst nicht auf Gedankensprünge; alles steht vielmehr in harmonischem Zusammenhange. Verfasser beansprucht mit Recht dieselbe Klarheit und Präzision von jedem Schriftsteller, welcher vor das wissenschaftliche Publikum tritt; er verlangt scharfe Begriffe, umfassende Definitionen im Gegensatze zu den verschwommenen Begriffen und einseitigen Definitionen der modernen Chemiker. Wird dies Verlangen erst allgemeiner ausgesprochen werden, und bestreben sich vor allem die Lehrer der Chemie, demselben zu entsprechen, dann ist damit sicher eine Wendung zum bessern gegeben.

Nicht minder wohlthuend, als das Streben des Verf. nach Schärfe des Ausdrucks und Klarheit der Gedanken, berührt uns sein Ringen nach Wahrheit und Wahrhaftigkeit; von einer durchaus edlen Gesinnung ist sein Werk getragen, und daran wird nichts geändert durch eine gewisse Einseitigkeit, in welche er zuweilen verfällt. Von seiner Liebe zur Wahrheit sind seine energischen Proteste gegen die Ungebühr modernchemischer Geschichtsschreibung, sowie seine schonungslosen Angriffe gegen Dumas wegen Aneignung fremden Verdienstes (vergl. S. 44 ff.) diktiert.

Zu solchem Vorgehen ist gewiss nur ein Mann berechtigt, welcher immer an den Quellen schöpft, um den durch nichts getrübten Thatbestand festzustellen. Rau hat sich tiefe historische Kenntnisse angeeignet und weiss dieselben, dank einer ausserordentlichen Belesenheit, ausgiebig zu verwerten. Seine Erörterungen über die verschiedenen theoretisch-chemischen Ansichten belebt er dadurch, dass er die betreffenden Autoren in ausführlichen Citaten redend einführt: auf solche Weise versetzt er den Leser in zurückliegende Zeiten und in die damals vorhandenen Strömungen, lehrt auch die Eigenart der betreffenden Forscher kennen.

Dass es neben soviel Licht in dem Rau'schen Werke an Schatten nicht fehlt, liegt auf der Hand. In seinem Eifer für die von ihm verfochtene Sache geht der Verf. nicht selten zu weit; sein Urteil wird infolge dessen einseitig. Mit Vorliebe sucht er die schwachen Seiten der modernen Chemiker auf, wodurch seine Schrift einen stark polemischen Beigeschmack erhält. Trotzdem ist die Kritik Rau's so gewichtig, dass die durch dieselbe Betroffenen sich nicht in Schweigen hüllen dürfen, sondern sich rechtfertigen müssen.

Zu den kleinen Schwächen Rau's gehört eine wenn schon selten vorkommende dialektische Pedanterie, welche ihren Grund in seinem Streben nach präzisem Ausdruck haben mag.

So ereifert sich Verf. über die »konstanten Proportionen«, die »einfachen Multipla« (S. 185 ff.), über »abnorme Dampfdichten« (S. 246): Bezeichnungen, welche, einmal eingebürgert, selbst von Freunden exakter Ausdrucksweise anstandslos gebraucht werden.

Endlich fühlt sich Referent gedrungen, der von Rau mit besonderem Nachdruck verfochtenen Auffassung entgegenzutreten, wonach den Atomen eine reale Existenz nicht zukomme; vielmehr seien dieselben »nur begriffliche, durch unsere dermalige Auffassung bedingte Dinge« oder »Begriffe, die nur in dem Denkvermögen des Menschen wurzeln« (vergl. S. 191, 197, 278). Hier lässt der Verf., wie ich meine, zu sehr seine philosophische Seite hervortreten. — Die meisten spekulativen und zugleich exakten Chemiker werden sich zu einer solchen Auffassung nicht entschliessen können; für sie haben die Atome eine bestimmte Grösse, bestimmtes Gewicht etc. (wenn auch bislang nur von ihrem relativen Gewicht die Rede sein kann). Blomstrand z. B., ein tüchtiger Vertreter und Förderer der Ideen Berzelius', hat sich in seiner »Chemie der Jetztzeit« (S. 393) über die Atome folgendermassen ausgesprochen: »Die Atome müssen nicht nur eine gewisse Schwere haben, sondern auch einen Raum einnehmen.« Bl. versichert an derselben Stelle, sich in vollem Einklange mit Berzelius zu befinden. — Mit der obigen, von Rau als selbstverständlich aufgestellten Ansicht kehrt man wieder zu den von Boscowich im vorigen Jahrhundert angenommenen Kraftzentren zurück.

Die oben gemachten Ausstellungen an dem Rau'schen Werke werden übrigens durch die schon hervorgehobenen Vorzüge desselben in den Schatten gestellt. Wenn auch jetzt eine direkte Wirkung des Buches nicht zu verspüren sein sollte, so wird eine solche doch nicht ausbleiben. Mancher wird sich durch die kritischen Darlegungen des Verf. getroffen fühlen und Selbstkritik zu üben anfangen. Viele werden im stillen dem Autor die Hand drücken und ihm dafür danken, dass er sich nicht gescheut hat, mit scharfem Seziermesser Wunden und Schäden, an denen die heutige Chemie leidet, aufzudecken.

Wem die fernere Entwickelung der Chemie, sowie der Naturwissenschaften überhaupt, am Herzen liegt und wer sich für deren Geschichte interessiert, der wird das Werk Rau's nicht ignorieren, vielmehr gründlich studieren und in sich verarbeiten. Möge dasselbe den Weg zu recht

vielen Lehrenden wie Lernenden finden, möge es auch von den Jüngern der Philosophie gelesen und gewürdigt werden!

Leipzig. Ernst von Meyer.

Litteratur und Kritik.

Der Hypnotismus. Psychiatrische Beiträge zur Kenntnis der sog. hypnotischen Zustände, von Dr. Konrad Rieger, Privatdoz. d. Psychiatrie a. d. Univ. Würzburg. M. 1 Kurventaf. und 4 Taf. in Lichtdruck. Nebst e. physiognom. Beitrag von Dr. Hans Virchow, Privatdoz. d. Anatomie in Würzburg. Jena, G. Fischer, 1884. 151 S. 8^0.

Der Titel dieses hochinteressanten Buches deckt nicht ganz seinen Inhalt, denn den »psychiatrischen Beiträgen«, welche sich naturgemäss nur auf den Menschen beziehen können, ist ein Abschnitt »über den Hypnotismus der Tiere« vorausgeschickt, der ausschliesslich ins Gebiet der Physiologie und Experimentalpsychologie fällt. In der That wird auch im übrigen Buche nur sehr wenig auf diesen ersten Abschnitt (17 S. mit 1 Taf.) bezug genommen. An sich ist derselbe aber wertvoll genug. Der Verfasser experimentierte fast nur mit Fröschen, einigemale auch mit Vögeln (Ente und Zeisig). Durch einfaches ruhiges Halten der Tiere in einer unnatürlichen Stellung (aufrecht hockend z. B.) führt er dieselben in einen bewegungslosen Zustand über, der, wie überzeugend bewiesen wird, weder ein gewöhnlicher Schlaf ist (Heubel), noch auf Schrecklähmung beruht (Preyer), noch mit dem »sich tot stellen« der Frösche irgend etwas zu thun hat; er muss also einstweilen als Hypnotismus bezeichnet werden, wobei man aber nicht an die etymologische Bedeutung des Wortes denken darf. Über das eigentliche Wesen dieses Zustandes gibt Verfasser sehr dankenswerte Aufschlüsse: vor allem wird konstatiert, dass auch bei so niedrig stehenden und stumpfsinnigen Tieren, wie die Frösche es sind, die individuelle Prädisposition eine wohl ebensogrosse Rolle spielt wie bekanntlich beim Menschen und dass ebenso durch allmähliche Gewöhnung und Einübung selbst bei anfangs sehr widerspenstigen Individuen ein immer rascherer und sicherer Erfolg erzielt werden kann. In einer ihm natürlichen Stellung aber wird ein Frosch niemals hypnotisch; es kommt in der That nur auf die ihm aufgenötigte fremde Stellung, auf die Änderung seines Bewusstseins vom eigenen Körper bei passivem Verhalten des letzteren an, alle sonstigen Verhältnisse (Vermehrung oder Verminderung der Tasteindrücke u. s. w.) sind durchaus nebensächlich. Sensibilität und Reflexerregbarkeit erscheinen in sehr wechselndem Grade beeinflusst: im günstigsten Falle kann man das Tier an der Rückenhaut aufheben bei schlaff herabhängenden Beinen, häufig aber zieht es ein aus der Ruhelage gebrachtes Bein sofort zurück. Eben dieser Inkonstanz der Erscheinungen wegen kann daher auch noch nicht davon die Rede sein, den Hypnotismus auf bestimmte physiologische Vorgänge zurückzuführen und etwa

durch Zuhilfenahme vivisektorischer Versuche Art und Ort der Bewusstseins- und Innervationsstörung ermitteln zu wollen. Worauf aber das eigentümliche Verhalten der Gliedmassen, ihre sogenannte »wächserne Biegsamkeit«, in derjenigen Modifikation des hypnotischen Zustandes, die man als »Katalepsie« unterscheidet, eigentlich beruht — dass sie sich wie eine zähe unelastische Masse beliebig strecken und beugen lassen und in jeder ihnen gegebenen Lage starr verbleiben — das hat Verfasser bereits in einer früheren Arbeit[1] nachgewiesen: der nächste Grund liegt in einer Verkehrung des normalen Muskelantagonismus. Auch im normalen Zustande werden nämlich, was meist ganz vergessen, vom Verfasser aber durch höchst einfache Versuche bewiesen wird, bei Ausführung jeder Bewegung, mag es eine Beugung oder Streckung etc. sein, nicht bloss die betreffenden Flexoren resp. Extensoren, sondern auch ihre Antagonisten deutlich innerviert, jedoch so, dass die zu den eigentlich thätigen Muskeln gehenden Innervationsströme weit überwiegen und diejenigen der Antagonisten in jedem Augenblick entsprechend der veränderten Spannung aufs feinste abgestuft werden. In der Hypnose dagegen scheinen beiderlei Muskelgruppen ungefähr gleich starke Innervation zu erhalten, so dass eine Art von Gleichgewichtszustand besteht und die Gliedmassen steif erhalten werden; und wird dies Gleichgewicht durch aktive oder passive Bewegung der Gliedmassen gestört, so stellt sich dasselbe langsamer wieder her, was eben den Bewegungen hypnotischer Menschen den »choreatischen« (an Veitstanz erinnernden) Charakter verleiht.

Damit sind wir bereits zur zweiten Abteilung des Buches, welche »die hypnotischen Erscheinungen beim Menschen« behandelt, übergeleitet worden. So anziehend und lehrreich die Einzelheiten der vom Verfasser mit grösster Sorgfalt, Sachkenntnis und, was wir hervorzuheben nicht vergessen wollen, mit warmem menschlichem Mitgefühl für seine Patienten angestellten Untersuchungen sind, wir müssen uns doch auf die Erwähnung der wesentlichsten Resultate beschränken. Er erzielt die gewünschte Wirkung immer nur durch Fixierenlassen eines beliebigen Gegenstandes, also durch Beeinflussung der Augenmuskeln. Als mehr oder weniger bald eintretende Folge lässt sich nur ganz im allgemeinen ein abnormer Geisteszustand bezeichnen, der aber im einzelnen die grössten Verschiedenheiten zeigen kann; bald besteht er nur in einer gewissen Schläfrigkeit und Aufhebung der Empfindlichkeit, die betreffende Person ist höchstens zu einigen Nachahmungsbewegungen zu bringen; eine andere bleibt zwar ohne äusseren Anstoss auch ruhig, kann aber, da ihre Gliedmassen vollkommen kataleptisch (wächsern biegsam) sind, in die verschiedensten Stellungen gebracht und dadurch oder durch blosse Worte auf alle möglichen Wahnvorstellungen übergeleitet werden; dabei behält sie stets eine richtige Kenntnis ihrer eigenen Persönlichkeit, nur die Aussenwelt ist ihr gänzlich verrückt; eine dritte behält ihr Sprach- und zudem auch ihr sonstiges Bewegungsvermögen, lässt sich zwar keine Wahnvorstellungen unterschieben, erzeugt aber aus eigener Einbildung konstant eine

[1] „Über normale und kataleptische Bewegungen", im Arch. f. Psychiatrie und Nervenkrankheiten, Bd. XIII, 1882.

verkehrte Auffassung wenigstens eines Teiles ihrer Aussenwelt. So scheint es also ganz von individuellen Verhältnissen abzuhängen, wie sich die Geistesstörung ausgestaltet. Diese muss natürlich auf einer Veränderung im Gehirn beruhen, welche aber nicht anatomischer, sondern nur funktioneller Natur sein kann. Genaueres lässt sich darüber nicht sagen. »Nur so viel ist sicher,« meint Verfasser, »dass es nicht etwa andere Hirnteile sein können, unter deren Vermittelung im normalen und abnormen Zustand gehandelt und gesprochen wird. Wem dieser Satz nicht unmittelbar aus den angeführten Thatsachen evident ist, für den wäre auch jede weitere Beweisführung verloren.« Trotzdem möchten wir uns hier eine abweichende Meinung auszusprechen erlauben. Wir sind auf Grund der Entwickelungslehre doch unstreitig zu der Annahme berechtigt, dass die Höherentwickelung des Gehirns in der Wirbeltierreihe bis hinauf zum Menschen wesentlich darauf hinausläuft, dass in die ursprünglich fast rein reflektorisch sich abspielenden Nervenvorgänge immer kompliziertere Anschlussleitungen sich einschieben, die einerseits als einfache Hemmungsmechanismen wirksam werden, anderseits Zentren eigener höherer Thätigkeit darstellen. Beim zivilisierten Menschen, so dürfen wir voraussetzen, hat die Entwickelung dieses neuen Erwerbes ihre höchste Stufe erreicht; auch bei ihm aber bestehen die ursprünglichen und ein grosser Teil der im Laufe seiner langen Vorgeschichte allmählich denselben superponierten Nervenverbindungen und Zentren noch fort, und wenn sie auch während seines normalen wachen Zustandes nur unter genauer Kontrolle all der höchsten Hirnpartien arbeiten, deren Thätigkeit sein sittliches und gesellschaftliches Verhalten gegenüber dem seiner wilden Vorfahren auszeichnet, so können sie doch häufig genug, unter teilweiser oder gänzlicher Ausschaltung der letzteren, für sich allein funktionieren; solche Zustände müssen sich dann nach aussen als merkwürdige Kombinationen von Wachen und Schlafen, als partielle Rückfälle in vorelterliche Auffassungen, als scheinbar ganz regelloses Überwiegen einzelner Thätigkeitsseiten des normalen Menschen u. dgl. kundgeben. Es ist das natürlich nichts weiter als eine ganz provisorische Hypothese, welche der Herr Verfasser gleich jedem anderen derartigen Versuch schroff zurückweisen wird; wir möchten ihm aber zu bedenken geben, dass seine Annahme von der Identität der im abnormen und normalen Zustand dieselben Äusserungen vermittelnden Hirnteile einstweilen auch nur eine Hypothese ist, und zwar eine, die dem Suchen nach etwaigen anderen Möglichkeiten gewaltsam die Thüre verschliesst, während die oben vorgetragene von der gelegentlichen Ausschaltung einzelner Zentren und Leitungsbahnen wenigstens den Vorzug hat, zu weiteren Versuchen anzuregen und zugleich mit den phylogenetisch begründeten Anschauungen über den Aufbau des Gehirns im Einklang zu stehen.

Nur andeutungsweise können wir noch der wertvollen Untersuchungen über unmerkliche Bewegungen des ausgestreckten Armes im normalen und kataleptischen Zustande (welche durch die Kurventafel trefflich erläutert werden) und der genauen Unterscheidung zwischen Tastempfindlichkeit und Schmerzgefühl, zu welcher die Prüfung der Hypnotischen Anlass gibt, gedenken, und den dritten und umfänglichsten Abschnitt des

Buches: »Hypnotismus und Verrücktheit«, müssen wir leider ganz unbesprochen lassen, da er zu weit ins psychiatrische Gebiet hineinführt. Er behandelt hauptsächlich die oft so tief einschneidende Frage der Zurechnungsfähigkeit so klar und verständnisvoll, dass auch jeder Laie diese Darstellung mit Genuss lesen wird. Nicht mindere Anerkennung aber wird gewiss endlich der physiognomische Anhang finden, worin Dr. H. Virchow eine höchst feinsinnige Analyse des Gesichtsausdruckes eines hypnotisierten Mädchens gibt, wie er auf 3 Lichtdrucktafeln festgehalten ist. Die dritte dieser Tafeln ist aber auch ein wahres Kabinettstück. Es genügte, das betreffende sehr religiös gesinnte Mädchen im hypnotischen Zustand durch geeignete Worte und indem man ihre Hände in betender Stellung emporhob, in fromme Visionen zu versetzen — und regelmässig nahmen ihre Züge, verbunden mit der Haltung des Kopfes und des ganzen Körpers, einen Ausdruck an, welcher die höchste ekstatische Verzückung in wahrhaft wunderbarer Vollendung widerspiegelt. Mit vollem Rechte empfiehlt Verfasser diese Photographie namentlich auch den Künstlern als bestes, weil geradezu einziges wirklich naturwahres Vorbild für die Darstellung jenes so oft schon von der bildenden Kunst reproduzierten Zustandes. So unschön die Züge des Mädchens, so geschmacklos sein Anzug, so einfach das ganze Bild, — man vergisst das alles beim Anblick dieser unbeschreiblich rührenden Innigkeit, dieser absoluten Harmonie des Ausdrucks. Unwiderstehlich schwebt die Figur vor unserem Blick empor, ohne Zwang, fast freudig, trotz aller Starrheit und obgleich man die erhobenen Arme nur aus der Lage der Schultern errät. — Doch wir wollen uns nicht verleiten lassen, ein klägliches Pendant zu der meisterhaften Interpretation des Verfassers zu liefern, und schliessen mit dem Wunsche, das hier so schön begonnene Werk, das für die Kunst ganz neue Bahnen zu erschliessen verspricht, möge von seiten der beiden Herren Verfasser recht bald weiter ausgeführt werden. V.

Ausgegeben den 31. Mai 1884.

Die Entwickelung der Sittlichkeitsidee.

Von

B. Carneri.

Darwin ist der Denker, welchem in betreff der Erkenntnis die Menschheit nach Kant am meisten zu Dank verpflichtet ist. Erst seit Kant wissen wir, daß alles Denken, welches den Boden der Erfahrung verläßt, nur leeren Hirngespinsten nachjagen kann. Allein wie klar auch durch ihn die Thätigkeit des reinen Denkens uns zum Bewußtsein gekommen war: so oft wir an seiner Leuchte die Erfahrung selbst untersuchten, nach einem in sich abgeschlossenen Naturerkennen strebten, gelangten wir an einen dunkeln Punkt, auf welchem das Diesseits in ein Jenseits hinüber zu führen schien. Allerdings wußte jeder, der über letzteres mit sich im klaren war, mit einem non liquet sich zu bescheiden. Der empfindlichere Mangel betraf eine andere Seite: mit dem Raum, der Zeit und Kausalität gab es kein Auslangen, sobald es galt, die Welt der Erscheinungen vom Standpunkt ihrer Entstehung aus in einen uns ganz verständlichen Zusammenhang zu bringen: die Schöpfung blieb unerklärt. Wir denken da nicht an eine Erklärung, wie sie unsern modernen Hyperkritizisten vorschwebt, für welche es gar keine Erklärung mehr gibt, wenn nicht das Ansichsein der Ursachen und Wirkungen aufgedeckt, sozusagen bei allem bis zum Urgrund vorgedrungen wird. Was uns da vorschwebt, geht über das nicht hinaus, was ganz korrekt Naturbeschreibung genannt wird; aber wir verstehen darunter eine Beschreibung, welche uns die Schöpfung widerspruchslos als eine natürliche erscheinen läßt.

Selbst einem genialen Denker wie Kant war es bei dem damaligen Stande der Naturwissenschaft nicht möglich, die Zweckmäßigkeitslehre vollständig zu überwinden. Ihm war es klar, daß das Setzen eines Zweckes Denken voraussetzt; daß der ganze Zweckbegriff erst mit dem Bewußtsein und nur für das bewußte Wesen da ist; daß folglich die Annahme einer Zweckmäßigkeit in der Natur den Grundsätzen einer strengen Kritik widerspricht: allein damit stand er vor der Schöpfung ohne Schöpfer als vor einem Rätsel, unauflösbar, solang die Weise ihrer Entwickelung nicht begreiflich zu machen war. Den einzelnen Organismus (Kritik der Urteilskraft, Frankfurt und Leipzig 1794,

§. 65, S. 295) konnte er, vom Gesichtspunkt des Ganzen aus ihn betrachtend, als Selbstzweck auffassen. Damit war jedoch für die allgemeine Zweckmäßigkeit in der Natur nichts gewonnen, insofern für alles Anorganische nur die Untersuchung nach mechanischen Grundsätzen übrigblieb und der Zusammenhang des Anorganischen mit dem Organischen durch die Art der Unterscheidung noch dunkler wurde. Kant sprach daher der Teleologie alle objektive Gültigkeit ab und beschränkte sich auf eine subjektive Gültigkeit, welche die Urteilskraft »der Natur als transcendentale Zweckmäßigkeit (in Beziehung auf das Erkenntnisvermögen des Subjektes) beilegt: weil wir, ohne diese vorauszusetzen, keine Ordnung der Natur nach empirischen Gesetzen, mithin keinen Leitfaden für eine mit diesen nach aller ihrer Mannigfaltigkeit aufzustellende Erfahrung und Nachforschung derselben haben würden«. (A. a. O. Einleitung S. XXXVI.) Die Teleologie spielt daher in der »Kritik der Urteilskraft« die Rolle eines praktischen Postulates und bildet den Übergang zu den Postulaten der praktischen Vernunft; denn, ist die Natur zweckmäßig eingerichtet, so gibt es Einen, der die Zwecke setzt, die Schöpfung hat ihren Schöpfer, und nimmt man diesen an, so wird die Annahme einer freien und unsterblichen Seele zu einer nahebei selbstverständlichen. Allerdings nimmt Kant, was er da mit der einen Hand gibt, mit der andern Hand wieder; jedoch nicht alle lassen sich alles wieder nehmen, und die Versuche, aus ihm und Aristoteles eine haltbare Zweckmäßigkeitslehre zu konstruieren, sind zahllos. Es verhält sich aber damit wie mit den Zahnmitteln, die auch nicht zahllos wären, wenn eines davon den Schmerz beseitigen würde. Man braucht darum nicht gleich an Charlatanerie zu denken.

Die Deszendenzlehre hat zwar einen bis dahin ungeahnten Einblick in die Schöpfungsgeschichte gewährt; aber die Entstehung der Gattungen setzte Schöpfungsakte voraus, welche als ebenso viele Stützen der Teleologie sich darstellten, insofern vom Begriff eines Urhebers der Begriff des beabsichtigten Zweckes gerade so unzertrennlich ist, wie von der Vorstellung einer zweckmäßig eingerichteten Welt die Vorstellung eines Urhebers. Die Bestrebungen, durch eine strenge Unterscheidung zwischen Ziel und Zweck und durch eine streng gar nicht durchführbare Ausscheidung der Absicht aus dem Zweckbegriff ein Mittelding zwischen Teleologie und Dysteleologie zu schaffen, haben naturnotwendig immer das Los aller Halbheiten geteilt und der dunkle Punkt, dessen wir zu Anfang dieser Erörterung erwähnt haben, ist aller Vernunftkritik zum Trotz dunkel geblieben bis zum Erscheinen Darwin's. Ihm verdanken wir die Möglichkeit einer ganz in sich abgeschlossenen kritischen Weltbetrachtung, und es ist charakteristisch, daß gerade von diesem wichtigsten Erfolg seiner Lehre am seltensten gesprochen wird. Mag an diesem oder jenem Detail seiner Arbeiten noch so sehr gemäkelt werden können: die Hauptsache, die Entstehung der Arten, das Entfallen der Gattungen, die das gesamte Werden beherrschende Evolution steht fest. Alles Werden folgt ausschließlich den gegebenen Bedingungen, so daß, wie wir schon wiederholt hervorgehoben haben, anstatt daß die Mittel zu bestimmten

Zwecken sich fänden, vielmehr die Zwecke nach den Mitteln sich richten. Damit entfällt jede Notwendigkeit, an einer wenn auch nur subjektiven Zweckmäßigkeitslehre festzuhalten, und ist an die Stelle der göttlichen die natürliche Schöpfungsgeschichte getreten. Das größte Verdienst an der Verbreitung dieser Auffassung und an der unerschrockenen Bloßlegung ihrer letzten Konsequenzen gebührt Ernst Haeckel. Mag die in Zug befindliche Reaktion die ganze Welt ergreifen: die ganze Welt kann an dieser zweiten Riesenthat des Menschengeistes nichts ändern.

Ehe wir fortfahren, müssen wir der Reaktion unserer Zeit ein paar Worte widmen. Dabei wollen wir aber ganz absehen von der Reaktion, welche den Regierungskreisen entstammt und welche uns in das Gebiet der Politik hinüber drängen würde, mit dem wir uns hier nicht zu beschäftigen haben. Wir berühren sie nur, weil wir später auf sie zurückkommen, insofern ihr Streben auf ein Verkümmern freiheitlicher Institutionen gerichtet ist, deren Wert für die Sittlichkeit wir im Verfolg dieser Auseinandersetzung zu kennzeichnen haben werden. Ihre Absichten sind keine bösen; sie hält sie sogar für die allerbesten: sie entspringt einer erstaunlichen Kurzsichtigkeit, die, wie sie ihr nicht gestattet, zu sehen, was sie thut, sie auch die Mächte nicht bemerken läßt, die sie gegen sich entfesselt und die im Handumdrehen sie beseitigen werden. In welchem Sinn dies geschehen und wer dabei zuerst seine Rechnung finden wird, wir unterfangen uns nicht, es jetzt schon vorauszusagen. Was hier zunächst unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht, ist die Reaktion in den regierten Regionen, im Volke selbst, und zwar nicht in des Wortes wegwerfender Bedeutung; denn die Bewegung hat bereits in ausgedehntem Maße Schichten ergriffen, die zu den gebildeten gerechnet werden. Diejenigen, die heute wieder an Hexen glauben — man nennt sie Spiritisten — zählen nach vielen Tausenden, und es ist dies eine Raserei, wie gesagt, nicht etwa des Pöbels; dieser weiß gar nichts von der modernen Geisterseherei. Und diejenigen, die heute in einer halb religiösen, halb Rassenverfolgung sich gefallen, welche den menschenunwürdigsten Phasen des Mittelalters Ehre machen würde — sie nennen sich Antisemiten — zählen nach Hunderttausenden; dabei ist auch der Pöbel beteiligt, aber die Führer gehören zu den sogenannten Gebildeten. Es sind dies zwei Erscheinungen, die noch vor kurzem niemand mehr für möglich gehalten hätte. Berücksichtigt man die Fortschritte, welche der Mensch im letzten halben Jahrhundert auf allen Gebieten des Wissens und Könnens gemacht hat, so ist die Sache ganz besonders erstaunlich, weil man nicht umhin kann anzunehmen, es habe die Bildung zugenommen. Sie hat es auch, und gar viele schreiben gerade ihr, der Überbildung unserer Zeit, diese saubern Erscheinungen zu und was sonst noch alles unsere Zeit verunzieren mag. Die Freigeisterei, die Glaubenslosigkeit sollen die Hauptschuldigen sein. Ja, die Geister sind frei, sogar die Gespenster sind es. Aber der Glaube? Spielt der nicht dabei eine ganz hervorragende Rolle? Man wird uns einwenden: der Aberglaube! Allein wird von der Kirche, der eigentlichen Pflanzstätte des Glaubens, der Glaube wirklich in einer Weise ge-

lehrt, die den Aberglauben ausschließt und das jugendliche Gemüt vornehmlich zur Nächstenliebe, der ersten und letzten Wahrheit alles göttlichen Glaubens, heranzieht? Und der neueste Geisterglaube, wird er nicht wissenschaftlich begründet und in Zusammenhang gebracht mit der Religion? Man lese ihre neuesten Schriftsteller, z. B. Casprowicz. Wir können dies alles hier nur andeuten, hoffen aber, selbst jene, die uns nicht zustimmen, zum Nachdenken anzuregen, wenn wir den Satz aufstellen: daß die schmählichsten Verirrungen unserer Zeit im Glauben an eine Doppelnatur des Menschen ihre stärkste Nahrung finden und daß sie nicht ins Mittelalter zurückdrängen würden, wenn sie ihre Quelle hätten im Fortschritt.

Für uns ist dies von hoher Bedeutung, weil unserer Überzeugung nach die Feststellung ethischer Grundsätze und mit ihnen der Richtung, welche die sittliche Anschauung dem Gemüt gibt, viel weniger durch das Ideal, das man sich davon schafft, denn durch die Auffassung der Menschennatur bedingt ist. Das Ideal des sittlichen Menschen ist, sobald die Bedingungen zu seiner Heranbildung gegeben sind, gewisse exzentrische, aber gerade darum nicht maßgebende Ausnahmen abgerechnet, immer fast genau dasselbe; es ist nur roher oder veredelter je nach der betreffenden Kulturstufe. Betrachtet man gar seine wissenschaftlichen Bearbeitungen, so ist die Übereinstimmung eine derart auffallende, daß einem die Heftigkeit, mit der die Verfechter der verschiedenen Systeme einander befehden, schwer begreiflich wird. Das eigentlich Unterscheidende liegt in der Aufdeckung dessen, was zur Sittlichkeitsidee führt, nämlich, was die Menschheit überhaupt dazu gebracht hat, diese Idee zu erfassen, und den einzelnen fort und fort auf ihre Spur leitet. Die Verschiedenheit der betreffenden Erklärungen beruht auf der Gestaltung der Weltanschauung, weil nach deren wichtigstem Charakterzug die Charakterisierung des Menschen selbst sich richtet. Allerdings ist der Mensch immer derselbe; allein als eine bloße Erscheinung in der Welt der Erscheinungen gilt er jedem Zeitalter, aber auch jedem Forscher als das, was der über ihn gefaßten Vorstellung entspricht. Ist die Weltanschauung eine streng dualistische, so bestimmt den Menschen zum Handeln ein für sich existierender Geist, der in einer andern Welt, gleichviel ob als Strafe und Belohnung oder als bloße Folge, die Wirkungen seines diesseitigen Wandels empfinden wird und vor allem eine Ausgleichung der irdischen Ungerechtigkeiten, welche diese Weltanschauung anerkennt, zu erwarten hat. Ist dagegen die Weltanschauung eine streng monistische, so ist es der ganze Mensch, der denkt und handelt, und vollendet sich seine ganze Existenz in diesem Leben. Dort spiritualistisch, hier pantheistisch, kann die Gottesvorstellung beide Weltanschauungen beherrschen; während die Annahme des Determinismus mit der erstern vereinbar, bei der letztern unvermeidlich ist, folglich die Frage der Willensfreiheit nur bei der erstern, insofern ein Riß durch die Kausalität schon vollzogen ist, ernstlich zur Sprache kommen kann.

Bestimmend im vollen Sinn des Wortes ist für die ethische Entwickelung des Menschen der Glaube an eine andere Welt,

nicht nur weil durch ihn der Tugend ein besonderer Zweck zugeschrieben, sondern weil dieser Zweck als ein entscheidender dargestellt wird, so zwar, daß ohne ihn die Tugend sinnlos, folglich unmöglich und das ganze irdische Dasein wertlos wäre. Auf wen machen die Worte des Propheten Jesaia: »Laßt uns essen und trinken, wir sterben doch morgen« (XXII, 13), nicht einen tiefen Eindruck, wenn sie ein Mann wie der h. Paulus in folgende Verbindung bringt? »Habe ich menschlicher Meinung zu Ephesus mit den wilden Tieren gefochten? Was hilft mir's, so die Toten nicht auferstehen? Laßt uns essen und trinken, denn morgen sind wir tot.« (I. Korinther 15.) Sollte dieser seltene Mann wirklich gedacht haben, daß diese Erde nichts besseres biete als Essen und Trinken, daß diesem Leben kein hohes Ziel abzuringen sei? Liest man im h. Augustin die merkwürdigen Worte: »Ich sprach mit meinen Freunden Alypius und Nebridius über das höchste Gut und das größte Übel und erklärte, ich würde in meinem Herzen dem Epikur den Preis zuerkennen, wenn ich nicht glaubte, daß nach dem Tode noch ein Leben der Seele und ein verdienter Lohn übrig wäre, was Epikur nicht zugeben wollte« — (Bekenntnisse, deutsch, Frankfurt a. M. 1866, Buch VI, Kap. 16, S. 138); und vergleicht man damit die Gewissensbisse, welche in einem so edlen Herzen und hochgebildeten Geiste der bloße Gedanke hervorrief, friedlich mit zwei Freunden darüber gesprochen und sogar gefragt zu haben, warum wir bei einem ewigen Erdenleben auch nicht ganz glücklich wären und was wir noch zu suchen hätten: so ermißt man die ganze Tiefe des Abgrunds, den der Blick in ein Jenseits vor dem menschlichen Gemüt erschlossen hat. Allerdings haben wir es hier mit Offenbarungen, mit dem einfachen Gottesglauben zu thun. Gehen wir zu einem der edelsten Denker der Neuzeit über, der zum sogenannten philosophischen Gottesglauben sich erhoben hatte. In seinen »Briefen an eine Freundin« kommt Wilhelm von Humboldt auf jene Worte des Apostels zu sprechen; er faßt sie im erhabensten Sinn auf, indem er eine Beschäftigung mit dem überirdischen Dasein, welche die irdischen Wohlthaten der Vorsehung uns verkennen läßt, ebenso verwirft, wie das Versunkensein in rein materielle Genüsse: allein er hält fest an einer Vorsehung und gelangt, auf die Unsterblichkeit übergehend, schließlich zu dem Ausspruch: »Wären wir nicht gleichsam schon ausgestattet mit dieser Gewißheit auf die Erde gesetzt, so wären wir in der That in ein Elend hinabgeschleudert.« — (A. a. O. Leipzig 1848, zweite Aufl. B. II, S. 270, Brief 56.) Wir sagen ja nicht: Es kann keinen Gott geben. Die Erkenntnis der Beschränktheit unseres Wissens gestattet uns dies nicht, und ein solches Wort macht immer auf uns den Eindruck der Roheit. Wir sagen nur: Wir finden Gott nirgends, die ewige Vorsehung erscheint uns als ein schöner Wahn, und unser gesamtes Wissen spricht gegen die Unsterblichkeit. Es kann ja sein, daß die Gläubigen höher stehen: wir können auf ihren Standpunkt uns nicht emporschwingen, und wie Einer, der auf eine fremde Insel verschlagen, anstatt zu verzweifeln, ringsum nach Nahrung sucht, fragen wir einfach: Gibt es in Wahrheit auf Erden nicht so hohe Ziele, daß daran der Mensch sich erheben könnte über das Elend des Lebens?

Gibt es dazu nur den Weg einer eingebildeten andern Welt? Ist des Menschen Herz wirklich so kleinlich, ist des Menschen Geist wirklich so schwach, daß es für uns keine Sittlichkeit gibt ohne Aussicht auf einen Lohn, den wir nicht in uns finden? Humboldt glaubte eben, und mußte zudem die Sprache seiner Freundin sprechen, damit sie ihn verstehe; hätte er nicht geglaubt, so hätte er sich hienieden gewiß nicht weniger zurecht gefunden.

Aus diesen paar Andeutungen ist es klar ersichtlich, wie verschieden die Stellung des Menschen zum Weltall aufgefaßt werden kann und welche Wichtigkeit in bezug auf die Ethik dieser Auffassung zukommt. Immer handelt sich's vor allem um den Weg, auf welchem der Mensch zu einem ethisch erhobenen wird, und dieser Weg ist gegeben mit den Fähigkeiten und Vermögen, welche dem Menschen zugeschrieben werden. Leider genügt das Zuschreiben nicht jedem. Unsere gütigen Leser wissen, wie wir darüber denken und daß wir nicht in der angenehmen Lage sind, nach dem Beispiel Kant's ein oberstes Gebot aufzustellen, das für alle Menschen gleich bindend ist. In neuester Zeit wird es immer mehr Mode, der Ethik die Möglichkeit abzusprechen, zu einer Wissenschaft sich zu erheben. Es ist dies ganz richtig für alle, welche die Ethik zur bloßen Moral erniedrigen und nach einem Gebot suchen, das allgemeingültig ist für Menschen, die es nicht gibt. Das Gebot würden wir rasch fertig bringen und brauchten nur Kant's Worte in Gemäßheit unseres Grundgedankens, wie folgt, zu modifizieren: Handle immer so, daß die Maxime deines Willens jederzeit zugleich als Prinzip einer Beglückung der größtmöglichen Anzahl Menschen gelten könnte. Allein es würde dies nie ein kategorischer Imperativ für den Menschen überhaupt sein. Der Glückseligkeitstrieb ist allen eigen, und weil er allen eigen ist, hat mit der Veredelung des Menschen auch er sich veredelt; aber nicht in allen ist er veredelt, und nur mit dem veredelten rechnet unsere Ethik. Eben darum können wir mit keinem der »praktischen materiellen Bestimmungsgründe« unser Auslangen finden, welche Kant (Kritik der praktischen Vernunft, 1795, S. 69) in einer eigenen Tafel, auf Grund der hervorragendsten Systeme, als subjektiv äußere und innere und als objektiv äußere und innere zusammengestellt hat. Wenn danach im Prinzip der Sittlichkeit Bestimmungsgründe der Erziehung von Montaigne, der bürgerlichen Verfassung von Mandeville, des physischen Gefühls von Epikur, des moralischen Gefühls von Hutcheson, der Vollkommenheit von den Stoikern und Wolf aufgestellt worden sind; so nehmen wir für eine Entwickelung und tüchtige Verwirklichung der Sittlichkeitsidee diese Bestimmungsgründe allesamt in Anspruch. Der Staat ist uns die erste Bedingung zur Ermöglichung sittlicher Zustände; das zweite ist die Erziehung, als die Anbahnung der Veredelung der physischen wie der moralischen Gefühle; endlich bei fortschreitender Vervollkommnung und Ausprägung ethischer Grundsätze wird die Vollkommenheit selbst, als das Ideal, zum mächtigsten Bestimmungsgrund sich erheben.

Über die Bedeutung des Staates haben wir in ethischer Beziehung wiederholt uns ausgesprochen und wollen hier nur das im Beginn dieser

Abhandlung Angedeutete ergänzen. Mandeville spricht auch nicht vom Staat im allgemeinen, sondern von der bürgerlichen Verfassung, und ihm schwebt dabei nicht bloß die Ermöglichung sittlicher Zustände vor: worauf er sein Augenmerk gerichtet hat, ist ein praktischer Bestimmungsgrund für den einzelnen. Soll aber der Staat diesen Zweck erfüllen, dann genügt es nicht, daß er durch die Handhabung seiner Gesetze das Recht schütze, das Rechtlose hintanhalte, das Unrecht bestrafe und durch eine makellose Gerechtigkeit seinen Bürgern die zu einer friedlichen Rechtspflege unerläßliche Achtung vor dem Gesetz einflöße: seine Bürger haben sich als Bürger, als freie Bürger, zu fühlen, sie haben für ihr Staatswesen sich begeistern zu können. Dazu ist es unerläßlich, daß sie teilnehmen an den Staatsgeschäften, an der Gesetzgebung und Verwaltung wie an der Rechtsprechung. Und es genügt nicht, daß dies nur dem Wortlaut nach geschehe: es sind dies im modernen Staate Forderungen des mündig gewordenen Volkes, dessen Würde tödlich verletzt wird, wenn sie nicht zur vollen Wahrheit werden. Es mag dadurch das Regieren oft recht unbequem werden, ja die sogenannte Staatsmaschine in einen ungleichen Gang geraten, was viel ernster ist, weil darunter auch die Regierten leiden. Da braucht's eben Geduld und Ausdauer, und höchstens eine Verbesserung der betreffenden Gesetze und Einrichtungen. Unsere geringen Fortschritte in der ethischen Heranbildung des Menschen sind großenteils die Folgen des ebenso entwürdigenden als bequemen Absolutismus, der nicht viel länger zu währen gebraucht hätte, auf daß wir politisch verfaulen, bevor wir zur Reife gelangen. Wie weit wir noch zurück sind, sehen wir am Wiederauftauchen mittelalterlicher Erscheinungen, und die uns zurückgehalten haben, wollen die Schuld an allen erdenklichen Ausschreitungen und staatlichen Mißerfolgen auf die Wissenschaft und die Verbreitung ihrer neuen Lehren wälzen? Als ob die erst verbreitet zu werden brauchten! Niemand hat Macht, ihre Entstehung zu hindern, und sind sie einmal da, so schwirren sie rings umher in der Luft und sind jedermanns Eigentum. Die alte Moral kommt allerdings dagegen nicht auf, weil sie einem Menschen auf den Leib geschnitten ist, der nicht existiert. Es hilft auch nichts, eine neue Moral zu schmieden. Die allgemeinen politisch-sozialen Zustände haben dem modernen Menschen angepaßt zu werden, damit die Grundlage da sei zu seiner Heranbildung und er an dieser ein Interesse habe. Der den Schäden unserer Zeit mit einer verkappten Rückkehr zum Absolutismus abhelfen zu können meint, will einen Kopfleidenden heilen, indem er ihn enthauptet und ihm einen fremden Kopf aufsetzt.

Die Erziehung darf auch nicht, soll sie anders ihren Zweck erreichen, auf die leeren Worte schöner Lehren sich beschränken. Wie in der Familie das lebendige Beispiel allein bis ins Gemüt dringt, so kann eine sittliche Erziehung nur dann tüchtige Bürger heranbilden, wenn ein reichentwickeltes öffentliches Leben politische Charaktere erzeugt, zu welchen der Jüngling bewundernd emporblickt. Wie in der Natur alles zusammenhängt, so hat auch in der Kultur alles zusammenzuwirken, sollen wir in unsern Erwartungen nicht getäuscht werden. Wäre bei

den Stoikern nicht die gesamte Sinnesthätigkeit entsprechend ihren Anschauungen veredelt gewesen, ihre philosophischen Maximen würden den jämmerlichsten Schiffbruch erlitten haben. Die Erziehung hat über die Sinne sich zu erstrecken und schon bei der zartesten Jugend darauf bedacht zu sein, an Schönheit und Mäßigkeit Gefallen zu erwecken. Keiner war so wenig der Gefahr ausgesetzt, in einem sinnlosen Taumel unterzugehen, als der echte Epikuräer, weil er nur insoweit den Sinnengenuß zu schätzen wußte, als er dabei die volle Klarheit des Denkens sich bewahrte und das Gefühl steigender Veredelung. Was vom Standpunkt der Willensfreiheit aus, als physischer Sinn, dem moralischen Sinn entgegengesetzt wird, ist für den Determinismus nur die andere Seite derselben Thätigkeit. Nicht nur nicht angeboren ist der moralische Sinn: selbst wo er durch Bildung herangezogen und vererbt wird, ist er machtlos, sobald nicht der physische Sinn ein ihm entsprechender ist. Vor dem Erscheinen Darwin's konnte, ja mußte man nahebei den Menschen als etwas im vollsten Sinn des Wortes wesentlich vom Tier Unterschiedenes festhalten; daß man ihn dadurch nicht zu etwas anderem gemacht hat, beweist die Fruchtlosigkeit aller kategorischen Imperative, die allein an seinem Geiste ihre Hebel ansetzten. Seit durch die »Entstehung der Arten« der Schleier gelüftet ist, der selbst einen Kant über die mögliche Herkunft des Menschen im Dunkeln ließ, ist das Noumen zu einem bedeutungslosen Wort herabgesunken: im Menschen ist nichts, was nicht schon in seinen Vorfahren war. Die Elemente sind dieselben; nur deren Funktionen sind höhere. Nicht als hätte Kant nicht einmal es geahnt; er hat es ausgesprochen: daß nicht eine Seele im Menschen, als besondere Substanz, daß vielmehr der Mensch denkt; — allein er konnte diese Anschauungsweise nicht mit Entschiedenheit zu seinem Standpunkt machen, wie es heute unabweisbar geworden ist für den überzeugungstreuen Anhänger Darwin's.

Die Einheitlichkeit der Natur, welche allein zu einer widerspruchslosen Weltanschauung führt, ist heute eine wissenschaftlich so festgestellte Hypothese, daß man mit der ganzen Sicherheit, welche die Wissenschaft überhaupt zu gewähren vermag, eine Lehre darauf gründen kann. Wir sagen ausdrücklich Hypothese und fügen zur größeren Vorsicht noch bei, daß, obgleich für die Menschen unumstößlich, die wissenschaftliche Gewißheit doch nur für uns Menschen eine volle ist; wir kennen die Unbarmherzigkeit, mit welcher der moderne Hyperkritizismus immer bereit ist, alles als Dogmatismus zu verketzern, was mehr denn bloße Wahrscheinlichkeit auszusprechen wagt. Darum sind wir doch von der Einheitlichkeit der Natur so fest überzeugt wie von unserem Dasein. Und darin gipfelt unser Darwinismus. Auch in den Erscheinungen, die wir als psychische und geistige bezeichnen, spielen die Gesetze der Vererbung, Auslese und Anpassung eine wichtige Rolle; aber es ist uns nie beigefallen, durch eine rohe Anwendung des auf niederen Entwickelungsstufen vollkräftig sich bewährenden Prinzips des »Kampfes ums Dasein« die auf den höchsten Stufen der Entwickelung zum Durchbruch kommenden ethischen Erscheinungen klar legen zu wollen. Es wäre dies die verläßlichste Weise, den Darwi-

nismus ad absurdum zu führen. Was wir in unserer Ethik bis zu den letzten Konsequenzen festhalten und was die unerschütterliche Achse bildet, um welche unsere Sittlichkeitsidee sich dreht, ist die Einheitlichkeit des Menschen: für uns fühlt, denkt und handelt immer der ganze Mensch, und zwar nicht aus Zweckmäßigkeitsabsichten erschaffen, sondern im »Kampf ums Dasein« entstanden.

Diese Auffassung des Menschen stimmt allein überein mit seiner Stellung in der Reihe der Organismen. Konsequenterweise können wir uns das Bewußtsein nur erklären als das Resultat einer bestimmten Organisation, und dem entsprechend die Sittlichkeitsidee als dem Menschen zum Bewußtsein gekommen in der Organisation, die wir Staat nennen. Wir brauchen hier nicht zu wiederholen, was wir bereits an andern Orten darüber und über den Glückseligkeitstrieb gesagt haben, zu welchem im Menschen der Selbsterhaltungstrieb sich erhebt und welcher, auf dem friedlichen Felde der Arbeit den »Kampf ums Dasein« läuternd zu einem »Kampf ums Glück«, den Weg zur Tugend bildet. Daß wir den Menschen nicht als von Haus aus zum Guten geneigt annehmen und erst in der staatlichen Verbindung seinen natürlichen Egoismus sich fortentwickeln lassen zum Altruismus, schließt selbstverständlich den Gedanken aus, im Glückseligkeitstrieb, den wir hier meinen, einen Naturtrieb zu erblicken. Als bloßer Naturtrieb ist er gemeinschädlich; in dieser Form bekämpft ihn Kant, und mit Recht. Wie sehr auch die Kultur diesen Trieb veredelt haben mag, nichts kann ihn hindern, immer wieder zurückzusinken in die ursprüngliche Roheit. Daß er aber nie in überwiegender Weise diesem Rückfall sich überlassen hat, beweist bis zur Evidenz die Zivilisation, zu welcher alsdann der Mensch nie gelangt wäre, und die Zähigkeit, mit welcher die Menschheit, allen Überschreitungen der Staatenlenker zum Trotz, am Staate festgehalten hat, als an dem Hort ihres Gedeihens. Alle Macht der Staatenlenker würde zerstieben wie Spreu im Sturmwind, wenn eines schönen Tages der Mensch des Staates überdrüssig werden sollte. Wir haben in der Abhandlung »Staat und Sittlichkeit« auf eine Bewegung hingewiesen, die unseres Erachtens gegen den Bestand des Staates gerichtet ist, ohne sich dessen, was sie anstrebt, vollkommen klar zu sein. Darin liegt die doppelte Gefahr, und für den Leichtsinn und die Gewissenlosigkeit jener, die zum Absolutismus zurückkehren wollen, gibt es gar keinen Ausdruck. Die Moral führen sie immer im Munde, und während sie von längst abgenützten Mitteln ihre Klärung und Festigung erwarten, arbeiten sie mit an der Unterwühlung der Grundlage aller Sittlichkeit. Die Menschheit wird freilich nie sich verloren geben und immer wieder sich helfen, wie sie immer sich geholfen hat. Um sie bangt uns nicht. Allein gesellschaftliche Stürme gibt es, die vermieden werden können; und bezeichnend ist es für die Moral, daß sie gleich zur Hand ist, wenn es gilt, den Menschen verloren zu geben.

Noch besteht der Staat in voller Kraft, und wir sehen hin und wieder glückliche Anläufe, ihn zu vervollkommnen in echt ethischem Sinn. Für den Unterricht geschieht immer mehr, und kommt einmal

die Erkenntnis zur Geltung, daß nicht allein in der Aneignung von Kenntnissen, Fertigkeiten und Umgangsformen die Bildung liegt und daß jeder, dessen Glückseligkeitstrieb nicht in altruistischer Richtung geläutert ist, ein Blindgeborner bleibt im Paradiese der Sittlichkeit; dann wird eine Erziehung Platz greifen, welche die Entwickelung moralisch-physischer Gefühle anstrebt und die Vervollkommnung des Menschen wie keine andere ermöglicht. Diese Vorbedingungen müssen vorhanden sein, damit die Sittlichkeitsidee Wurzel fasse, und die Vorbedingungen müssen sich verbreiten, damit die Sittlichkeitsidee um sich greife und zur Macht werde. Es genügt nicht, daß einzelne zu hochsittlichen Maximen sich bekennen und sie verkünden. Das ist der Standpunkt der positiven Religionen, welche mit Hilfe des Glaubens über Mittel verfügen, die der einfachen Ethik unbekannt sind. Treffend kennzeichnet Kant den Unterschied zwischen den nahezu sich deckenden moralischen Begriffen des Stoikers und des Christen, indem er jene auf Weisheit, diese auf Heiligkeit zurückführt. Durch eine pantheistische Auffassung, welche der Stoa fremd war, kann auch eine monistische Ethik den Begriff der Heiligkeit in sich aufnehmen; es ist rein Gemütssache, die Kausalität mit Gott zu identifizieren: aber unter allen Umständen würde da die Heiligkeit in einem weiteren Sinn genommen als beim Christentum. Bei diesem handelt sich's nicht um ein Aufgehen in Gott; die persönliche Unsterblichkeit, die wir bei Platon schon ganz klar ausgesprochen finden, wird maßgebend und legt den Accent auf ein Ideal, das im Weg der Gnade ohne Aufopferung der Person zu erreichen ist und dem, der es auf Erden erreicht, schon hier den Stempel des Überirdischen aufdrückt. Die Heiligkeit liegt daher nicht allein in der anbetenden Demut: das Element der christlichen Heiligkeit ist nicht von dieser Welt.

In beiden Fällen aber, bei der Weisheit wie bei der Heiligkeit, ist es der Glückseligkeitstrieb, der den Menschen zur Tugend führt, d. h. auf den Weg leitet, auf welchem der Wille des Guten fort und fort sich stärkt und entwickelt. Warum, wenn schon das Christentum sich nicht scheut, die Glückseligkeit als das anregende Ziel zu bezeichnen, sollte der Weise vor diesem Ausdruck zurückschrecken? Dort wie hier ist nicht der Reiz des Moments das Entscheidende; dort wie hier handelt sich's nicht um ein Glück auf kosten anderer: in beiden Fällen ist das Anregende der Weg zu einem hohen Ziel; und während das Christentum eine ewige Glückseligkeit in Aussicht stellt, verbürgt uns die Weisheit die einzige dauernde Glückseligkeit dieses Lebens. Das Christentum und die Stoa stehen unserer Ethik gleich ferne: letztere, weil sie von einem extremen, bis zur Unnatur übergreifenden Tugendbegriff ausging, der das Abirren von der Vollkommenheit nicht einmal als möglich zugab, folglich nur exzentrischen Ausnahmsnaturen zugänglich war; ersteres, weil es alles der Heiligkeit Widersprechende, womöglich noch so Natürliche als sündhaft erklärt, zwar durch die Aussicht auf die Gnade der ewigen Barmherzigkeit überwältigend auf die Massen wirkt — worin seine Wichtigkeit für die Verbreitung einer moralischen Lebensführung liegt —

aber eben, über die Moral nicht hinausgehend, eine Willensfreiheit voraussetzt, die unvereinbar ist mit dem Kausalgesetz.

Und damit befinden wir uns beim wichtigsten Punkte der Ethik, bei der Unterscheidung zwischen Moral und Sittlichkeit, für welche wir eintreten, seit wir mit Philosophie uns beschäftigen, und zwar dem Beispiel Hegel's, allerdings in modifizierter Weise, folgend. Indem die Moral von jedem Willensfreiheit anspricht, setzt sie sich mit der Natur und dadurch mit sich selbst in einen unlösbaren Widerspruch, den nur die Annahme eines höheren Wesens mildert. Daß der Wille von Natur aus determiniert ist, geht sie nichts an: sie setzt ihn als einen freien, schreibt Pflichten vor, und wer sie nicht erfüllt, ist straffällig. Wir werden es nie bestreiten, daß einer an der Hand der bloßen Moral zu hoher Tugend gelangen könne; wir sagen nur, daß man da, wie für die Bestrafung des einen, so auch für die Belohnung des andern zur Annahme eines allmächtigen Weltlenkers greifen müsse, vorausgesetzt, daß man mit dessen Freiheit nach dem Beispiel des h. Augustin die menschliche Freiheit in Einklang bringen könne. Unvermeidlich hat jede Moral irgendwie bezug auf einen Gott, der sich dann zur Menschheit verhält wie der Souverän eines Staates zu seinen Bürgern oder Unterthanen. Der Staat hat das Recht, Gesetze zu geben und ihre Nichtachtung zu bestrafen, weil, solang seine Angehörigen seinen Fortbestand wollen, seine Selbsterhaltung selbstverständlich ist. Mit dem Determinismus kommt der Staat in keinen Konflikt, insofern er sein Auslangen dabei findet, daß die weit überwiegende Mehrzahl seiner Angehörigen in den Strafsanktionen ein hinreichendes Motiv zur Einhaltung seiner Gesetze findet. Mit dem Hinwegdenken des gebietenden Oberhauptes wird jede Moral hinfällig; und da wir als Ethiker der Natur und nur der Natur gegenüberstehen, so müssen wir mit dem Determinismus rechnen und den landläufigen moralischen Standpunkt fallen lassen. Es gibt keine kindischere Auffassung der Ethik, als welche da meint, sie habe in besonderen Fällen dem Menschen zu sagen, zu was er sich entscheiden soll. Der ethisch nicht Gebildete hat für Ethik kein Verständnis; der ethisch Gebildete weiß immer, was er zu thun hätte: die Frage ist, ob er sich dazu entscheiden kann? Darum sind wir gezwungen, die Moral in einem weiteren Sinn zu fassen, welchem wir die Bezeichnung Sittlichkeit vorbehalten. Die Sittlichkeit kommt mit der Natur in keinen Widerspruch, sobald sie die Freiheit nur dort sucht, wo sie sie findet, im Willen nämlich, der durch ethische Läuterung der Triebe zum Willen des Guten sich erhoben hat. Diesem Willen ist die Sittlichkeit zur zweiten Natur geworden: sein Pflichtgefühl ist Freude an der Pflicht, höchste Befriedigung seines Glückseligkeitstriebes.

Man kann, wie wir schon bemerkt, diesen Trieb als Sittlichkeitsprinzip nicht energischer perhorreszieren, denn Kant es gethan hat; aber er hat von einer Seite ihn perhorresziert, die auch wir ethisch nicht zu verwerten wüßten. Der rohe Naturtrieb verhält sich zu dem, den wir meinen, wie zu den wirklichen Menschen ihre Vorfahren sich verhalten: diese, wie tierisch sie auch sein mochten, mußten da sein,

damit jene aus ihnen sich entwickeln konnten. Wir kennen keinen ursprünglich vollendeten Menschen, zu dem es eine Rückkehr gäbe; wir kennen aber auch keine Neubildung oder gar Umwandlung der Affekte, wie gewisse Moralisten sie zu kennen vorgeben und mittels ihrer Willensfreiheit ermöglichen wollen: wir kennen nur eine allmähliche Milderung, Bildung, Läuterung der Affekte und haben den im staatlich-sozialen Verkehr sich veredelnden Glückseligkeitstrieb im Auge. Kant sagt übrigens selbst: »Aber diese Unterscheidung des Glückseligkeitsprinzips von dem der Sittlichkeit ist darum nicht sofort Entgegensetzung beider, und die reine praktische Vernunft will nicht, man solle die Ansprüche auf Glückseligkeit aufgeben, sondern nur, sobald von Pflicht die Rede ist, darauf gar nicht Rücksicht nehmen.« (A. a. O. S. 166.) Nichts freut uns mehr, als wenn wir bei einem unserer großen Denker eine Unterstützung unserer Anschauungen finden, weil wir niemals mit dem Gedanken uns getragen haben, ein welterschütternd neues System zu Tage zu fördern, was, wenn man die Schopenhauer, Dühring, Hartmann — selbst Feuerbach ist nicht ganz davon loszusprechen — zu Rate zieht, eine Vernichtung aller näheren großen Vorgänger zur Vorbedingung zu haben scheint. Auch sind wir der Überzeugung, daß, wenn wir auf richtiger Fährte uns befinden, nur ein relativer Widerspruch mit den Grundsätzen der großen Denker möglich sei und daß z. B. ein Kant, ein Hegel, wenn sie Darwin vorgefunden hätten, dem Einfluß seiner Lehre nicht entgangen wären. Daß wir z. B. vor Kant mit unserem Determinismus leichter Gnade finden würden als vor manchem unserer modernsten Philosophen, beweisen uns seine herrlichen Worte über Priestley, dem er vorwirft, die Reue für »ungereimt« erklärt zu haben, jedoch beifügt, daß Priestley »als ein echter, konsequent verfahrender Fatalist in Ansehung dieser Offenherzigkeit mehr Beifall verdient, als diejenigen, welche, indem sie den Mechanismus des Willens in der That, die Freiheit desselben aber mit Worten behaupten, noch immer dafür gehalten sein wollen, daß sie jene, ohne doch die Möglichkeit einer solchen Zurechnung begreiflich zu machen, in ihrem synkretistischen System mit einschließen.« (A. a. O. S. 176.)

Um es noch klarer darzulegen, wie wir die Sittlichkeitsidee als die höchste Blüte menschlicher Entwickelung auffassen, müssen wir uns auch darüber aussprechen, was wir unter Idee überhaupt verstehen. Es läßt sich dies mit wenig Worten thun, aus welchen zugleich sich ergeben wird, von welcher hohen Wichtigkeit für die Ethik der Artbegriff ist, zu welchem Darwin — die Gottesthat als Naturthat aufdeckend — den Gattungsbegriff Platon's umgestaltet hat. Die Idee ist, als konkreter Begriff, dem abstrakten Begriff entgegengesetzt. Wir nennen sie konkret, weil jede Idee einen ganzen Kreis lebenswarmer Empfindungskomplexe, nämlich thatsächlicher Erscheinungen aus dem geistigen und Gemütsleben unter sich begreift. Sie ist eben ein Artbegriff und sonach für sie die Allgemeinheit das Charakteristische. Was über die Einzelheit nicht hinausreicht oder hinausdrängt, alles sozusagen Egoistische, ist aus dem Bereich der Idee ausgeschlossen. Die den Ideen entsprechenden Affekte werden nie als die Seelenthätig-

keit einengend, Unlust erzeugend sich erweisen, sondern eine fördernde Erweiterung der Seelenthätigkeit bewirken. Die Ideen sind das Element der schönen Künste, daher, bei gänzlichem Mangel an Kunstsinn, keiner zur Erkenntnis dessen kommt, was die Idee zur Idee macht. Durch ihre künstlerische Darstellbarkeit unterscheiden sich die Ideen am markantesten von den abstrakten Begriffen, und es ist tief in der Natur der Sache begründet, die Ästhetik als einen integrierenden Teil der Ethik zu behandeln. Mit dem Sinn für Ideen steht und fällt alles Streben nach dem Idealen. Die bloße Moral sieht ab von allem Schönheitssinn; während ohne diesen die Sittlichkeit undenkbar ist, weil deren Ideal nicht allein der moralische, sondern der überhaupt vollendete Mensch ist. Die Vollendung selbst können wir nur als unendlich denken, und der Begriff des Unendlichen liegt in jeder Idee, insofern sie als Artbegriff unzählbare Einzelerscheinungen umfaßt und, deren Vergänglichkeit gegenüber, das Dauernde darstellt. In diesem Sinn bilden die Ideen das Reich des Geistes, aber nicht als etwas Transcendentes, sondern als dem sittlichen Menschen immanent und zu höherem Streben ihn beseelend. Sie sind nicht Prinzipien, auf Grund irgend einer Wahrscheinlichkeitsberechnung ausgeklügelt: sie sind mit uns geworden, an der warmen Brust des Lebens hat ihre Klärung sich vollzogen, und, an ihrer Hand fortschreitend, schreiten wir an der Hand der Wahrheit.

Treffend sagt Wilhelm von Humboldt von der Idee: »Alles, was auf eigennützige Absichten und augenblicklichen Genuß hinausgeht, widerstrebt ihr natürlich und kann niemals in sie übergehen. Aber auch viel höhere und edlere Dinge, wie Wohlthätigkeit, Sorge für die, die einem nahe stehen, mehrere andere gleich sehr zu billigende Handlungen sind auch nicht dahin zu rechnen, und beschäftigen denjenigen, dessen Leben auf Ideen beruht, nicht anders, als daß er sie thut; sie berühren ihn nicht weiter. Sie können aber auf einer Idee beruhen, und thun es in idealisch gebildeten Menschen immer. Diese Idee ist dann die des allgemeinen Wohlwollens..... Es können aber auch jene Handlungen aus dem Gefühl der Pflicht entspringen, und die Pflicht, wenn sie bloß aus dem Gefühl der Schuldigkeit fließt, ohne alle und jede Rücksicht auf Befriedigung einer Neigung oder irgend eine selbst göttliche Belohnung, gehört gerade zu den erhabensten Ideen.« — (A. a. O. II. S. 200 u. 201.) Es ist durchaus nicht nötig, wie es im weiteren Verlauf dieses herrlichen Briefes geschieht, eine andere Welt oder eine geistige Welt im spiritualistischen Sinn vorauszusetzen, um der Idee der Liebe, der Freundschaft, der Treue, des Gemeinsinns, des Rechts, der Pflicht, der Freiheit, des Schönen, der Kultur, der Humanität, des Wohlwollens einen Platz einzuräumen, den das höchste materielle Gut nie einnehmen wird. Diese Ideen und die in ihren Kreis gehörigen halten alle zusammen und allesamt, als an ihrem Ursprung und ihrer eigenen Verwirklichung, an der Idee der Sittlichkeit. Wie leitende Sterne erscheinen sie uns, um eine gemeinsame Sonne kreisend und einen wundervollen Himmel ausspannend, zu dem wir nie emporblicken, ohne Trost und Stärkung

zu schöpfen. Aber dieser leuchtende Himmel ist Licht von unserem Licht. Bei aller ihrer Unendlichkeit führen die sittlichen Ideen auf Affekte zurück, sind also Blut von unserem Blut, und in Wahrheit tragen wir sie in der eigenen Brust. Was mancher als Drang nach Unsterblichkeit fühlen mag, ist nur die Sehnsucht, sie ganz sein eigen zu nennen. Weit entfernt, auf eine andere Welt hinzuweisen, in der ihre Früchte erst reifen, werfen diese Unsterblichen ihre herrlichsten Früchte uns Sterblichen in den Schoß.

Hiermit hoffen wir gezeigt zu haben, was wir unter der Sittlichkeitsidee verstehen. Im »Kampf ums Dasein« hat sie dem Menschen sich erschlossen, und unveräußerlich wird sie sein eigen bleiben, wenn auch zeitweise, wie die Wechselfälle aller Entwickelung es mit sich bringen, ihr Licht sich verdunkelt. Sie ist das Eigentum der Menschheit, nicht des Menschen; und wie die Menschheit sie erwerben mußte, so muß der einzelne sie erwerben, der eine schwerer, der andere leichter, wie eben der eine krank ist und schwach, der andere gesund und stark. Die Moralisten mögen immerhin dem Erwachsenen zurufen: Thu, was du sollst! — Wir können ihm nur zurufen: Thu, was du kannst! — Dafür richten wir unser Augenmerk auf die Kinder, die noch bildsam sind wie Wachs, und auf das, was aus ihnen die Väter und Mütter, die Erzieher und Staatenlenker machen könnten. Das seiner selbst sich bewußte Individuum fühlt sich frei, wenn es seiner Natur gemäß leben kann — um mit Hobbes zu reden — ähnlich dem Strom, dessen Wellen unbehindert dem Gesetz der Schwere folgen. Das Gesetz des sittlich erhobenen Menschen ist das Gesetz der sittlich erhobenen Gesellschaft. Wird der einzelne diesem Gesetz gemäß herangezogen, daß es ihm zur zweiten Natur wird, so unterliegt es keinem Zweifel, daß er, seiner Natur gemäß lebend, sich frei fühlen wird als sittlicher Mensch. Und hat er einmal vom Becher dieser Freiheit genossen, aus dem ihm seine Vervollkommnung schäumt, dann wird ihm die Vollkommenheit zum unverrückbaren Lebensziel. Aus sich allein aber ist keiner etwas, und der etwas ist, ist es nur durch das Zusammengreifen vieler. Darum schreiben wir keinem etwas vor, und sagen nur, was zu geschehen hätte. Davon aber sind wir überzeugt, daß, wenn dies geschähe, eine breite Bahn sich erschlösse — von der Glückseligkeit zur Sittlichkeit und von dieser zur Freiheit. Unvertilgbar lebt in jedem der Trieb nach Glück, und wahres Glück findet sich nur in einer sittlichen Welt. Daher wird dem wahrhaft Glücklichen die Tugend zur Natur, und möglichst viel Glück verbreitend, sorgen wir am besten für die Verbreitung der Tugend. Jene, welchen die Beglückung der Menschheit als ein schöner Wahn erscheint, mögen darauf sich beschränken, in ihrem wenn auch noch so engen Kreise das Elend der Welt nach Möglichkeit zu mindern, und es geruhig dem einzelnen überlassen, das eigene Glück zu fördern. Damit allein wäre viel gewonnen.

Wildhaus, 28. August 1883.

Vegetationsbilder aus West-Indien und Venezuela.

Von

Dr. **Fr. Johow.**

I.

Die Mangrove-Sümpfe.

(Mit Benutzung der neuesten Arbeiten von WARMING und TREUB.)

Unter den für die Tropen typischen Vegetationsformen, d. h. denjenigen, welche in sämtlichen Ländern zwischen den Wendekreisen vertreten und gleichzeitig auf dieses Gebiet beinahe ausschließlich beschränkt sind, nimmt die Mangroveform einerseits durch die Sonderbarkeit ihrer habituellen Charaktere (ihrer »Physiognomie«), anderseits durch ihr zahlreiches, geselliges Vorkommen unter sehr eigenartigen biologischen Bedingungen einen hervorstechenden Platz ein. Sie ist nicht nur eine physiognomisch besonders scharf charakterisierte Vegetationsform, sondern sie bildet auch für sich allein eine eigene, topographische Formation, den Mangrovewald.

Obwohl die Anfänge unserer Kenntnisse über den Mangrovewald in die frühesten Zeiten naturwissenschaftlicher Reisen nach den Tropenländern zurückreichen und bereits 1763 von JACQUIN[1] eine ziemlich getreue Beschreibung des gewöhnlichen Mangrovebaumes geliefert wurde, so waren doch bis in die neueste Zeit noch recht unrichtige und unklare Vorstellungen über die morphologischen Verhältnisse der Rhizophoren sowohl in weiteren Kreisen als auch unter den Botanikern gäng und gäbe. Erst durch zwei unlängst erschienene Untersuchungen von WARMING[2] und TREUB[3] sind die Ansichten über das sogenannte Lebendiggebären und andere biologische Eigentümlichkeiten der Mangrovebäume, wie es scheint, endgültig geklärt worden, wobei eine Anzahl sehr interessanter Anpassungserscheinungen sich ergeben haben. Die Besprechung derselben zugleich mit der Darstellung einiger eigener, gelegentlich einer tropischen Reise gemachter Wahrnehmungen des Verfassers bildet die Aufgabe der folgenden Zeilen.

[1] Selectarum stirpium americanarum historia, p. 141 ff.

[2] Tropische Fragmente, II. *Rhizophora Mangle* L., Botan. Jahrbücher für Systematik etc., Bd. IV. p. 519 ff., 1883.

[3] Annales du jardin botanique de Buitenzorg, vol. III, p. 79 ff., 1882.

Wir orientieren uns zunächst über die allgemeinsten geographischen Verhältnisse der Mangrovewälder. Ihr Verbreitungsbezirk erstreckt sich, wie bereits angedeutet, über die gesamte tropische Zone beider Hemisphären. Sie umsäumen daselbst alle Meeresküsten, deren ebener Boden aus thonreichem Schlamm besteht und vor übermäßiger Brandung geschützt ist, erfüllen die brackigen am Strande gelegenen Lagunen und steigen an den Ufern der Flüsse, soweit das Wasser brackige Beschaffenheit besitzt, hinauf.

Das hervorstechendste und allgemeinste Merkmal, welches die Mangrovewälder von fast allen anderen topographischen Formationen unterscheidet und welches alle ihre Eigentümlichkeiten in letzter Instanz bedingt, liegt in der Vereinigung von Wald und Sumpf: Die Mangrovebäume sind gesellig wachsende, baumartige Wasserpflanzen. Aus dieser Vegetationsweise erklären sich vom Standpunkte der Anpassungstheorie nicht allein alle Eigentümlichkeiten ihres habituellen Aufbaues, sondern auch alle Abweichungen der anatomischen Struktur der Bäume, ferner die Art und Weise ihrer Fortpflanzung und Verbreitung und endlich der Charakter und die Lebensweise der in Abhängigkeit von ihnen lebenden Tierwelt.

In der Geselligkeit des Vorkommens stehen die Mangrovebäume unter den tropischen Bäumen ziemlich vereinzelt da. Wenn man absieht von den berühmten Teak-Holzwäldern Indiens, welche ausschließlich von einer Verbenacee, der *Tectona grandis*, gebildet werden, und den vorwiegend von der riesigen *Bursera gummifera* zusammengesetzten Waldungen, welche die Berge einiger westindischer Inseln bedecken, so ist der eigentliche tropische Urwald, welchen man in Indien Jungle oder Virgin forest nennt, gerade durch die Mischung der verschiedensten Vegetationsformen, durch die Vereinigung mannigfacher Arten aus zahlreichen Familien des Gewächsreiches ausgezeichnet. Dem gegenüber gehören die Bäume, welche den Mangrovewald zusammensetzen, in der Mehrzahl der Individuen gewöhnlich einer einzigen Spezies an, und zwar in der Regel der *Rhizophora Mangle* L. In einigen Gegenden ist dieser Baum hingegen durch eine andere Art aus derselben und einer verwandten Gattung der Rhizophoraceen vertreten, oder aber es tritt an seine Stelle ein Baum aus einer anderen Familie, am häufigsten eine *Avicennia*-Spezies (Verbenacee). Der an Individuenzahl vorherrschenden Art sind die Vertreter anderer Spezies je nach der Gegend in wechselnder Menge beigemischt. Von größtem Interesse sind die weitgehenden Übereinstimmungen, welchen die Rhizophoren und die anderen Mangrovebäume, obwohl systematisch weit von einander entfernten Familien des Gewächsreiches angehörig, durch gemeinsame Anpassung an dieselben Bedingungen nicht allein in manchen Punkten ihrer vegetativen Gestaltung, sondern auch ihrer Embryoentwickelung angenommen haben.

Zwischen den genannten Bäumen, welche den Hauptbestand des Mangrovewaldes ausmachen, finden sich auch Myrsineen (*Aegiceras*[1]), in Südamerika ferner Combretaceen (*Laguncularia*[2] und *Conocarpus*) und Urticeen (*Ficus*[3]),

[1] nach Grisebach, Flora of the British West Indian Islands, p. 60.
[2] u. [3] nach Grisebach: Die Vegetation der Erde, II, p. 366.

endlich auch Malpighiaceen (*Brachypteris borealis*[1]), Farne (*Chrysodium vulgare*[2]) und Chenopodeen (*Acnida cannabina*) zerstreut. Ein wesentliches Moment in der Physiognomie der Mangrovewälder liegt in dem Fehlen größerer, holziger Lianen und in der Seltenheit der epiphytischen Gewächse, welche in anderen tropischen Wäldern die nie fehlenden Bewohner der Baumkronen sind. Der Grund, weshalb die Epiphyten gerade auf den Mangrovebäumen nicht zu gedeihen vermögen, dürfte in der Nähe des Meeres und dem Vorhandensein salzhaltiger Niederschläge liegen, welche der Befriedigung des dringendsten Lebensbedürfnisses der Epiphyten, nämlich der Wasserversorgung, erschwerend entgegentreten.

Es sei nun zunächst gestattet, den morphologischen Aufbau von *Rhizophora Mangle* etwas näher zu betrachten. Wir beginnen dabei mit dem am auffälligsten entwickelten Teil des Baumes, nämlich dem Wurzelsystem. Während bei sämtlichen auf dem festen Lande wachsenden Bäumen die Grenze von Stamm und Wurzelsystem bekanntlich annähernd mit dem Niveau des Bodens zusammenfällt, erhebt sich *Rhizophora Mangle* auf einem hohen, oberirdischen Piedestal von Stützwurzeln, welche, an der Basis des frei in der Luft schwebenden Stammes fast rechtwinkelig entspringend, in einem nach außen konkaven Bogen abwärts wachsend und sich regelmäßig strahlig verzweigend, in den vom Wasser überfluteten Boden eindringen. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß diese Befestigungsweise des Baumes in dem labilen, schlammigen Substrat die denkbar günstigste und vorteilhafteste sein muß, und wir können nach der Analogie mit anderen im Pflanzenreiche verbreiteten Einrichtungen voraussetzen, daß auch der konstante Winkel, in welchem die Stützwurzeln aus dem Stamme oder aus ihren Mutterwurzeln entspringen, den mechanischen Erfordernissen am vollkommensten entsprechen wird. Außer diesem Unterbau von Tragwurzeln, auf welchen der gesamte Stamm wie auf einem Gewölbe ruht, besitzt der Baum noch ein reichliches System von senkrecht gestellten Luftwurzeln, welche, von der Unterseite der Äste entspringend und in ihren tieferen Teilen ebenfalls verzweigt, die Krone des Baumes wie mit Tauen in dem Schlamm verankern.

Die erwähnte strahlenförmige Verzweigung sowohl der Stütz- als der Luftwurzeln, welche sich an mehreren Stellen zu wiederholen pflegt, scheint, wie bereits Jacquin[3] in der Mitte des vorigen Jahrhunderts beobachtete und neuerdings Warming[4] bestätigt, regelmäßig dadurch veranlaßt zu werden, daß die Spitze der Mutterwurzel durch einen von außen kommenden Eingriff zerstört oder beschädigt wird. Welcher besonderen Art dieser Eingriff ist, läßt Warming unerörtert. Bedenken wir jedoch, daß der zwischen den Mangrovewurzeln angehäufte Schlamm und das brackige Wasser der Wohnsitz unzähliger niederer Tiere, wie Würmer, Krebse, Mollusken und Insektenlarven, ist und daß auch die zarten Wurzelspitzen der Landpflanzen beliebte Leckerbissen der Erd-

[1] u. [2] nach eigenen Beobachtungen des Verfassers auf Trinidad.
[3] Selectarum stirpium americanarum historia, 1763, p. 141, tab. 89.
[4] l. c., p. 521.

würmer und Engerlinge sind, so hat jene regelmäßige Zerstörung wenig rätselhaftes mehr an sich. Da aber die Verzweigung der Wurzeln ohne Zweifel dem Baume von großem Nutzen ist und einen konstanten, sozusagen normalen morphologischen Charakter desselben darstellt, so hätten wir hier im Falle der Richtigkeit jener Annahme einen sehr interessanten und eigenartigen Fall von gegenseitiger Anpassung zwischen Tier- und Pflanzenreich vor uns.

Die Funktion von Nähr- und Saugorganen kommt nach Warming[1] ausschließlich den untergetauchten Wurzelteilen zu. Während nämlich die außerhalb des Wassers befindlichen Teile weder dünne Nebenwurzeln noch Wurzelhaare besitzen, bilden die untergetauchten Teile zahlreiche, von den spezifisch mechanischen Luft- und Stützwurzeln anatomisch abweichende kleinere Wurzeln, welche wiederum mit dünneren, haarähnlich abstehenden Zweigen besetzt sind und ausschließlich als Nährwurzeln zu fungieren haben. Eine ganz analoge Arbeitsteilung finden wir übrigens, wie aus den neuesten, von A. F. W. Schimper[2] in Westindien angestellten Untersuchungen hervorgeht, auch bei den Wurzeln zahlreicher Epiphyten (Aroideen, Orchideen u. s. w.), welche teils lediglich die Bedeutung von Haftorganen besitzen und als solche oft frühzeitig absterben können, teils hingegen zur Ernährung und Wasseraufnahme dienen und dementsprechend eine zartere, von jenen abweichende Struktur aufweisen.

Durch die Bildung der mächtigen oberirdischen Wurzelgerüste schließen sich die Mangrovebäume einer anderen tropischen Vegetationsform an, welche nach ihrem bekanntesten Vertreter (*Ficus indica* in Hindostan) die Banyanenform genannt wird. Die sonderbaren, hierher gehörigen Feigenbäume sind z. T. in ihrer Jugend epiphytische Gewächse, welche auf anderen Bäumen keimen, dieselben mit ihren Luftwurzeln umklammern und erwürgen und sich selbst durch mächtige, senkrechte Wurzelpfeiler, die sie zur Erde senden, stützen. Später breiten sich die horizontalen Zweige des Baumes seitlich in fast unbeschränktem Wachstum aus, wobei sie immer neue, rasch erstarkende Luftwurzeln erzeugen, und es werden auf diese Weise ausgedehnte, säulenhallengleiche Haine gebildet, welche oft einem einzigen oder wenigen Individuen ihren Ursprung verdanken. Die Mangroveform ist, wie aus dem Gesagten hervorgeht, von der letztgeschilderten Form hauptsächlich durch das Vorhandensein eines Hauptstammes und eines denselben tragenden, strahlig verzweigten Wurzelgerüstes, sowie durch die Zusammensetzung des Waldes aus zahlreichen Individuen unterschieden, nicht aber durch eine ganz abweichende Entstehungsart der Luftwurzeln, wie sie von zahlreichen, älteren und neueren Autoren beschrieben wird. Nach den Angaben der letzteren, denen sich auffallender Weise auch Grisebach[3] anschließt, sollen nämlich die Luftwurzeln der Rhizophoren nicht aus den Zweigen selbst, sondern aus den noch daran befestigten Früchten durch Auswachsen der Radicula des Keimlings entspringen und die neuen Indi-

[1] l. c. p. 520.

[2] Über Bau und Lebensweise der Epiphyten Westindiens. Botan. Centralblatt 1884.

[3] l. c. II, p. 21.

viduen sich später leicht vom Mutterstamm ablösen. Das gänzlich Unrichtige dieser immer noch weit verbreiteten Auffassungsweise hat Warming[1] mit Entschiedenheit betont, ein Urteil, dem Verf. nach eigener Anschauung der südamerikanischen Mangrovewälder durchaus beistimmen muß.

Was nun ferner den in die Luft erhobenen Stamm des Mangrovebaumes und seine Laubkrone anbetrifft, so interessieren uns zunächst die Dimensionen des Baumes. Nach den Angaben von Warming[2], beziehungsweise den ihm von Baron Eggers in St. Thomas gemachten Mitteilungen soll die absolute Höhe der *Rhizophora Mangle* gewöhnlich 4—5 m bei einem Stammdurchmesser von etwa $^1/_6$ m betragen, nach Jacquin[3] hingegen soll der Baum gewöhnlich die Höhe von 50 Fuß erreichen. Grisebach (l. c. II. p. 21) gibt als Höhe der Bäume über dem Wasserspiegel 10—25 Fuß an. Schon aus diesen sehr differierenden Angaben geht hervor, daß die Dimensionen einer weitgehenden Schwankung unterworfen sind. In der That kann man in Westindien und Südamerika zwei nach der Größe der Bäume verschiedene Formen von Mangrovewäldern beobachten, nämlich einerseits buschigen Niederwald, anderseits starkstämmigen Hochwald[4]. Der erstere, der z. B. auf der Westküste von Trinidad in typischer Entwickelung anzutreffen ist, scheint vorwiegend in Lagunen und an der eigentlichen Meeresküste vorzukommen, der letztere dagegen, den man beispielweise am Guarapiche und Caño Colorado in Venezuela zu sehen Gelegenheit hat, den Ufern der Flußmündungen, in deren brackigem und schlammerfülltem Wasser er die vorteilhaftesten Bedingungen des Gedeihens findet, eigentümlich zu sein.

Die Krone der Mangrovebäume ist mit glänzendem, immergrünem Laub bedeckt, dessen Physiognomie der in den Tropen so häufigen, nach dem Lorbeer benannten Vegetationsform entspricht. Die gestielten und mit je einem Nebenblättchen versehenen Blätter von *Rhizophora* stehen in gekreuzten Paaren und haben eiförmige Gestalt. Eine sehr beachtenswerte, aber meines Wissens bisher von keinem Autor erwähnte Eigentümlichkeit der Blätter, welche bei dem Zustandekommen des physiognomischen Charakters der Laubkrone eine große Rolle spielt, liegt in der Stellung der Blattspreiten gegen den Horizont. Sämtliche Blätter des Baumes befinden sich nämlich in einer zum Horizont senkrechten Lage, in welcher sie durch eine alsbald nach dem Austritt aus der Knospenlage stattfindende Aufwärtskrümmung der Blattstiele fixiert werden. Wie ich an anderer Stelle[5] ausgeführt habe, ist diese Blattlage, welcher wir auch bei anderen tropischen Gewächsen begegnen, wahrscheinlich als eine Anpassung an die hohe Lichtintensität des Standorts oder mit anderen Worten als eine Schutzeinrichtung gegen den für die Regenerierung und die Funktion

---

[1] l. c. p. 522.
[2] l. c. p. 520.
[3] l. c. p. 142.
[4] wobei freilich auch die Zusammensetzung aus verschiedenen Baumarten in Betracht kommt.
[5] Über die Beziehungen einiger Eigenschaften der Laubblätter zu den Standortsverhältnissen. Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik, Bd. XV. 1884. p. 282, ff.

des Chlorophyllfarbstoffes verderblichen Einfluß allzu intensiver Besonnung aufzufassen. Daß die Laubblätter der tropischen Pflanzen eines solchen Schutzes ganz besonders bedürftig sind, folgt aus der relativ großen Menge von Sonnenstrahlen, welche horizontale Flächen zwischen den Wendekreisen treffen. Durch die Profilstellung der Blattspreiten gegen die Richtung der einfallenden Strahlen wird jener schädliche Einfluß am besten wieder ausgeglichen[1].

Zur Vervollständigung der äußeren Bildes der Mangrovebäume bedarf es noch einer Betrachtung der Reproduktionsorgane, zumal dieselben in mancher Beziehung recht sonderbare Erscheinungen darbieten. Die kleinen weißen Blüten von *Rhizophora* finden sich zu 2—5 vereinigt in den Achseln der Laubblätter. Sie haben regelmäßige Gestalt, sind nach der Vierzahl gebaut und enthalten acht sehr abweichend gebaute Staubblätter. Letztere springen nämlich nicht dem gewöhnlichen Verhalten entsprechend mit vier, sondern mit drei Klappen auf, was nach Warming[2] auf eine stattgehabte Verschmelzung der beiden mittleren Fächer zurückzuführen ist, und sind ferner in eine große Anzahl kugeliger, unregelmäßig angeordneter Pollenräume geteilt, welche durch steriles Gewebe von einander getrennt sind.

Von ganz besonderem biologischem Interesse ist die Entwickelung des Samens sowie die Keimung der Mangrovebäume, und es sei gestattet, diesen Punkten hier eine ausführlichere, auf die Beobachtungen von Treub[3] und Warming[4] sich stützende Darstellung zu widmen. Zur Orientierung diene folgendes: Der Fruchtknoten von *Rhizophora Mangle* ist anfangs ganz unterständig, die sich entwickelnde Frucht wird hingegen durch stärkeres Wachstum des oberen Teiles bald zum größten Teil oberständig. Es sind zwei Fruchtfächer mit je zwei von oben herabhängenden und mit der Mikropyle nach oben gerichteten Samenanlagen vorhanden, von denen jedoch nur eine zur Entwickelung kommt. Die Samenknospe besitzt ein einziges, starkes Integument und einen kräftig entwickelten Knospenkern, in welchem der Embryosack eingeschlossen liegt.

Über die ersten Stadien der Bildung des Eiapparates sowie der Keimentwickelung ist nichts ermittelt. Das Gewebe des Knospenkerns wird frühzeitig aufgelöst und der dadurch entstandene Raum von einem dünnwandigen und klaren Gewebe ausgefüllt, welches, wie aus seiner Struktur mit Sicherheit geschlossen werden kann, ein Albumen oder Sameneiweiß darstellt. Im Innern desselben liegt der Embryo eingeschlossen. Im weiteren Verlauf vollzieht sich nun an der Samenknospe folgende merkwürdige Entwickelung. Das Albumen, welches bisher im Inneren als ein hyalines, der Nährstoffe anscheinend gänzlich entbehrendes Gewebe eingeschlossen gelegen hatte, wächst aus der Mikropylen-

[1] Senkrechte Stellung der Blätter kommt unter den Gewächsen unserer Flora sehr selten, in ausgeprägter Weise nur bei der sogenannten Kompaßpflanze *(Lactuca Scariola)* vor. Sie hat daselbst eine ganz ähnliche biologische Bedeutung wie bei vielen tropischen Pflanzen.

[2] l. c. p. 526.

[3] l. c. p. 79.

[4] l. c. p. 528 ff.

öffnung hervor und breitet sich einem Arillus ähnlich auf der Aussenseite der Samenknospe aus, indem es an den Seiten derselben bis zu etwa $^2/_3$ der Oberfläche gleichsam herabfließt. Später wird dieses Gebilde von dem heranwachsenden und ebenfalls aus der Mikropyle heraustretenden Keim durchbrochen. Die physiologische Bedeutung des extraovularen Albumens von *Rhizophora* ist im Gegensatz zu anderen arillösen Bildungen, welche als Anlockungsmittel für die die Aussaat besorgenden Tiere dienen und welche demgemäß gewöhnlich fleischig und gefärbt sind, offenbar diejenige, daß es dem aus dem Samen hervorgetretenen Embryo als Saugorgan Nahrung von der Mutterpflanze zuführt.

Der Keim von *Rhizophora* besteht in jüngeren Stadien seiner Hauptmasse nach aus dem Keimblatt; das Würzelchen und der Stamm sind nur ganz unbedeutend entwickelt. Das Keimblatt ist scheinbar nur ein einziges; doch ist die Deutung zulässig, daß dasselbe eine Verschmelzung zweier oder mehrerer Kotyledonen darstellt. Der obere Teil des Keimblatts, welcher als Kopf bezeichnet wird und an seiner Oberfläche mit eigentümlichen, secernierenden beziehungsweise aufsaugenden Zellen besetzt ist, bleibt im Innern des Samens eingeschlossen und muß wie der Arillus als ein Saugorgan betrachtet werden, welches die Nahrung von der Mutterpflanze dem Keimling zuführt. Der untere Teil des Keimblattes ragt aus dem Samen hervor und umschließt in einer Höhlung die junge Knospe.

Rhizophora gehört zu den sogenannten lebendiggebärenden Pflanzen, d. h. ihre Samen keimen nicht erst, nachdem sie sich von der Mutterpflanze abgelöst haben, sondern während sie noch in Verbindung mit derselben sich befinden; die junge Keimpflanze fällt als ein vom zurückbleibenden Samen isoliertes Gebilde vom Baume ab. Im einzelnen geht nun die Keimung von *Rhizophora* auf folgende Weise vor sich: Das aus der Mikropyle des Samens hervorragende Wurzelende des Keimlings durchbricht bei seinem weiteren Wachstum die Fruchtwand und kommt außen als ein grünes Spitzchen zum Vorschein. Darauf wächst das anfänglich ganz unbedeutende hypokotyle Glied zu einem keulenförmigen, die Länge von 1—2 Fuß erreichenden Körper aus, der an seinem unteren Ende als eine kleine Spitze das Würzelchen trägt. Gleichzeitig entwickelt sich die noch in der Frucht verborgene Plumula zu einer aus zusammengerollten Laubblättern mit ihren Nebenblättern gebildeten Knospe, welche im Augenblicke der Ablösung der Keimpflanze zum Vorschein kommt. Wenn die Keimpflanze zu Boden fällt, wobei das Keimblatt als nunmehr überflüssig zurückbleibt, bohrt sie sich mit dem unteren, wegen seiner keulenförmigen Gestalt schwereren und deshalb stets abwärts gekehrten Ende in den Schlamm ein, befestigt sich bald durch zahlreiche Nebenwurzeln und entfaltet ihre Laubknospe. Aus dem sich entwickelnden Stengel sprossen frühzeitig die Stützwurzeln hervor, denen der spätere Baum seine charakteristische Physiognomie verdankt.

Diese so sonderbare Art des Lebendiggebärens von *Rhizophora* steht natürlich in innigster Beziehung zu den biologischen Eigentümlich-

keiten des Baumes und ist unzweifelhaft als eine Anpassung an die Standortsverhältnisse aufzufassen. Denn es läßt sich in der That kaum ein zweckmäßigerer Aussäungsmodus für einen in überflutetem Schlamm vegetierenden Baum denken als vermittelst solcher sich einbohrender »Stecklingssamen«.

Selbstverständlich wird in vielen Fällen wegen besonderer obwaltender Verhältnisse die Einbohrung der Keimpflanzen mißlingen. Bei bedeutenderer Wasserhöhe (z. B. zur Flutzeit) werden die letzteren trotz der erheblichen Wucht, mit welcher sie nach Jacquin [1] vom Baume herabstürzen und zuweilen tief unter Wasser stecken bleiben, nicht immer Fuß zu fassen vermögen. In diesem Falle nun werden die Keimpflanzen, da sie spezifisch leichter als Wasser sind, von den Strömungen und Wellen leicht herumgeführt und an andere Standorte transportiert werden können, wo sie dann, falls die Bedingungen ihnen günstig sind, sich bewurzeln können. Diesem Wassertransport der Keimpflanzen dürften denn überhaupt die Rhizophoren ihre weite Verbreitung an allen tropischen Küsten zu verdanken haben.

Es wurde schon oben erwähnt, daß auch die Mangrove-bildende *Avicennia* nach den Untersuchungen von Treub eine lebendiggebärende Pflanze ist, wie es überhaupt eine sehr beachtenswerte Erscheinung sein dürfte, daß die verschiedenen systematisch weit von einander entfernten Mangrove-Bäume sich in ganz ähnlicher Weise an die biologischen Bedingungen angepaßt haben. Auch bei *Avicennia* tritt das Sameneiweiß aus dem Innern des Samens hervor; es bleibt hier jedoch kein inneres Endosperm zurück und der Embryo wird ebenfalls vollständig mit herausgeführt. Zuletzt ragt der letztere sogar mit den Kotyledonen aus dem Eiweiß hervor und nur die Radicula bleibt im Endosperm eingeschlossen. Die reife Frucht ist mit zwei großen, grünen Keimblättern ausgefüllt, welche auf einem schon ziemlich entwickelten Stengel sitzen. Die so ausgerüstete Keimpflanze fällt nun samt der Frucht vom Baume ab und wurzelt sich aufs leichteste im Schlamme ein.

Auch in der Bildung eines Saugorganes, welches dem Embryo Nahrung von der Mutterpflanze zuzuführen bestimmt ist, weisen die beiden Pflanzen eine interessante Analogie auf. Ist es aber bei *Rhizophora* das extraovulare Endosperm und später ein besonders differenzierter Teil des Keimblattes, welches mit jener Funktion betraut ist, so sehen wir bei *Avicennia* eine einzige, frühzeitig sich differenzierende Zelle des Endosperms zu einem höchst merkwürdigen Saugorgan sich umbilden. Diese Zelle wächst nämlich, ohne daß ihr Lumen jemals eine Teilung erfährt, zu einem protoplasmareichen, vielkernigen und mannigfach verzweigten, dickwandigen Schlauch aus, dessen Äste teilweise mit dem übrigen Endosperm aus der Mikropyle hervortreten und die Kontinuität mit dem zu ernährenden Embryo herstellen, teils indessen pilzfädenähnlich die gesamte Samenknospe durchwuchern und in das Gewebe der Placenta eindringen, daselbst die von der Mutterpflanze zugeleiteten Nahrungsstoffe aufnehmend.

[1] l. c. p. 144.

Den in der gesamten äußeren Morphologie der *Rhizophora* so deutlich zu Tage tretenden Anpassungserscheinungen, welche wir im vorstehenden kennen gelernt haben, reihen sich eine Anzahl anatomischer Thatsachen an, welche unser biologisches Interesse nicht minder in Anspruch nehmen. Zunächst haben wir die schon von älteren Autoren bemerkten haarähnlichen Zellen zu erwähnen, welche, in der Pflanzenanatomie unter der Bezeichnung »Trichoblasten« bekannt, bei *Rhizophora* fast in allen Teilen des Baumes so massenhaft vorhanden sind, daß z. B. die Bruchflächen einer gebrochenen Wurzel eine samtartige Beschaffenheit dadurch erhalten und daß man mikroskopisch die Pflanze an irgendwelchem Fragment erkennen kann. Die Trichoblasten sind |—|-förmig verzweigte, oft auch mehrfach verästelte Zellen mit stark verholzten Wänden, ihre physiologische Bedeutung ist aller Wahrscheinlichkeit nach eine spezifisch mechanische. Wie alle Sumpf- und Wasserpflanzen besitzen nämlich auch die Mangrovebäume eine große Menge lufterfüllter Hohlräume im Grundgewebe, über deren Bedeutung im Haushalt der Pflanzen freilich noch keine für alle Fälle befriedigende Erklärung vorhanden ist. Soviel dürfte indessen feststehen, daß bei schwimmenden Pflanzen und Pflanzengliedern die Bedeutung der Lufträume in der durch sie bewirkten Herabsetzung des spezifischen Gewichtes zu suchen ist. Für die schwimmenden Keimpflanzen der *Rhizophora* ist diese Erklärung in der That einleuchtend. Von Wichtigkeit muß es nun für die Pflanze sein, ihre Intercellularräume gegen Zusammenfallen oder Einschrumpfen zu schützen, und da diesem Bedürfnis am besten durch feste, dem Gewebe eingestreute »mechanische« Elemente genügt wird, so hat man den Trichoblasten, welche bei *Rhizophora* allenthalben in die Lufträume hineinragen, jene Funktion des »Aussteifens« des Gewebes zugeschrieben.

Schon oben wurde darauf hingewiesen, daß die Stütz- und Nährwurzeln von *Rhizophora Mangle* einen verschiedenen anatomischen Bau aufweisen. Dieser Unterschied ist in erster Linie dadurch bedingt, daß die Stützwurzeln als Träger des gesamten Baumes eine bedeutende Biegungsfestigkeit besitzen, die im Boden verankerten Nährwurzeln hingegen vor allem zugfest gebaut sein müssen. Entsprechend diesen mechanischen Anforderungen haben die Stützwurzeln eine Struktur angenommen, die in auffallendster Weise stammähnlich ist; sie besitzen ein für Wurzeln unerhört großes Mark und eine bedeutende Anzahl von Bast- und Holzsträngen, welche von durchgehenden Parenchymstrahlen zerklüftet sind. Die Nährwurzeln hingegen sind ganz wie gewöhnliche Wurzeln gebaut, mit denen sie auch in allen ihren Funktionen übereinstimmen.

Von anderen anatomischen Merkwürdigkeiten sei nur noch des Baues der Blätter kurz Erwähnung gethan. Entsprechend nämlich der oben geschilderten fixen Lichtlage der Blätter senkrecht zum Horizont, welche eine gleichmäßige Beleuchtung beider Blattflächen zur Folge hat, ist auch die anatomische Differenzierung von Ober- und Unterseite des Blattes, welche bei den Blättern des gewöhnlichen »dorsiventralen« Typus sehr augenfällig hervortritt, bei *Rhizophora* fast gänzlich unterblieben.

Ebendasselbe findet sich übrigens auch bei anderen Gewächsen mit senkrecht gestellten Assimilationsorganen.

Dies wären die wesentlichsten biologisch interessanten Züge, welche aus der Morphologie der Mangrovebäume bisher bekannt geworden sind. Wir wenden uns nun noch zu einer kurzen Betrachtung der in den Mangrovesümpfen lebenden Tierwelt, welche, wie schon die Eigentümlichkeiten der topographischen Verhältnisse und der Vegetation vermuten lassen, in Charakter und Lebensweise manches Eigenartige darbietet.

Leider besitzen wir keine von einem Zoologen auf diesen Gegenstand gerichtete Studie, sondern nur kurze Bemerkungen von Reisenden, die sich über die entsetzliche Menge der Moskitos beklagen oder die wohlschmeckenden Austern und Krebse rühmen, welche die Sümpfe beherbergen. Jacquin spricht auch von Scharen großer Wasservögel, die er gesehen, von Reihern, Wasserhühnern und dergleichen.

Einige flüchtige Wahrnehmungen war Verf. selbst zu machen in der Lage, als er sich, auf einem von Trinidad aus nach Venezuela unternommenen Ausflug begriffen, mehrere Tage lang auf dem von dem üppigsten Mangrovehochwald umsäumten Rio Guarapiche (einige Meilen nördlich vom Orinokodelta) an Bord eines kleinen Segelschiffes aufhielt. Da das Fahrzeug beständig zwischen den beiden Ufern des Stromes zu kreuzen hatte und zur Ebbezeit vor Anker lag, bot sich zu wiederholten Malen Zeit und Gelegenheit dar, mit einem Kanoe in das Dunkel des geheimnisvollen Waldes, der von der Mitte des Stromes aus wie eine mächtige dunkle Mauer erschien und erst von der Nähe gesehen sich in seine Bestandteile auflösen ließ, eine Strecke weit einzudringen und in das reiche Tierleben desselben einen Blick zu thun.

Vor allem überraschend war die zahllose Menge von Wasservögeln, die sich im Innern des Waldes schwimmend, watend und fliegend umhertummelten. Scharen herrlich rosenroter oder schneeweißer Ibisse (von den Kreolen fälschlich Flamingos[1] genannt) belebten den düsteren Wald mit den leuchtendsten Farben; in dichten Trupps auf den Wurzelgerüsten oder in dem höheren Gezweig der Bäume sitzend, erhoben sie sich bei der Annäherung des Bootes oder bei der Abfeuerung eines Flintenschusses in hellen Haufen und flohen, einer roten Wolke vergleichbar, auf das entgegengesetzte Stromufer hinüber. Weiße, graue oder farbige Reiher von verschiedenster Größe (darunter die seltenen kleinen »Nachtreiher«) saßen auf den in den Fluß vorspringenden Ästen — zuweilen erblickte man einen einzelnen von gewaltiger Größe unbeweglich auf dem Gipfel eines Baumes sitzend. Plumpe braune Pelekane (*Pelecanus fuscus*) fischten schwimmend im Wasser, sonnten sich — immer in größeren Gruppen — auf einem Baumaste, der sich, von ihrer Last gedrückt, tief herniederbog, oder flogen, durch ihren bizarren Schnabelbau an vorsündflutliche Tierformen erinnernd, langsam von einem Ruheplatz zum andern. Enten, Taucher, Königsfischer und Eisvögel sah man allent-

[1] Am Orinoco kommen auch eigentliche Flamingos vor.

halben in Menge, ebenso kleine schnepfenähnliche Vögel, die zur Ebbezeit auf den vom Wasser entblößten Schlammbänken scharenweise umherliefen, daselbst allerhand niederes Getier verzehrend.

Nächst den Wasservögeln waren — besonders in den Morgenstunden hörbar und sichtbar — die Papageien in größter Anzahl vertreten. Wir bemerkten den grünen Papagei (*Chrysotis aestivus*), ferner Perikos und Perikitos, von denen, wie ein in Maturin wohnender Engländer, der die Vögel Venezuelas auf das gründlichste zu kennen schien, versicherte, mehr als ein halbes Dutzend Spezies ausschließlich den Mangrovewäldern eigentümlich sein soll. Auch Kolibris mit langen Gabelschwänzen gab es daselbst von einer Art, die in anderen Gebieten von Venezuela nicht wieder zu finden ist.

Von den übrigen Wirbeltierklassen scheinen, wenn wir von den Fischen absehen, deren Existenz sich der oberflächlichen Beobachtung entzieht, die Reptilien nächst den Vögeln am zahlreichsten zu sein. Die Individuenzahl der in den Mangroves lebenden Giftschlangen ist, wenn man den Aussagen der Eingebornen trauen kann, eine so erschreckende, daß das Eindringen in den Wald deshalb sehr gefährlich ist, weil jene Tiere zuweilen von den Bäumen in das Boot sich herabfallen lassen. Alligatoren gibt es hingegen in dem brackigen Wasser der Mangrovesümpfe nicht. Auch die eigentlichen Amphibien scheinen dasselbe zu verschmähen, wenigstens war in den Nächten nichts von Froschstimmen zu vernehmen.

Die Säugetiere sind durch wilde Katzen, unter denen der Jaguar sich besonders durch sein nächtliches Geheul bemerkbar macht, sowie durch Herden roter Brüllaffen vertreten.

Über die niedere Tierwelt, welche bei genauerem Studium unstreitig große Mannigfaltigkeit und manche interessante Beziehungen zu den Eigentümlichkeiten des umgebenden Mediums aufweisen würde, bin ich nicht in der Lage, genaueres mitzuteilen. Die ungeheure Menge der Moskitos, welche in Verbindung mit den Miasmen des Sumpffiebers und den Giftschlangen ein längeres Verweilen in den Mangrovedistrikten unmöglich machen, ist allbekannt; weniger das Vorkommen zahlreicher wohlschmeckender Austern und Krustentiere, zu denen sich wohl auch andere niedere Tierformen in großer Arten- und Individuenzahl gesellen dürften.

Einen überraschenden und fremdartigen Eindruck gewährten des Nachts und während der kurzen Abend- und Morgendämmerung die mannigfaltigen der Tierwelt entstammenden Geräusche, welche ich auf dem Verdeck des im Flusse verankerten Fahrzeuges liegend aus der unheimlichen Wildnis des Mangrovewaldes von beiden Stromufern herübertönen hörte. Sobald abends die Sonne versank, begann zunächst unter den Wasservögeln ein mit heftigem Geschrei und Gekreisch verbundenes Zanken um die Ruheplätze, welches erst nach dem völligen Einbruch der Dunkelheit einer nur hin und wieder durch ein kurzes Flügelschlagen oder einige krächzende Töne unterbrochenen Ruhe wich. Aber bald darauf begann ein anderes, weit sonderbareres Geräusch sich hörbar zu machen: Ein wie aus kleinen Detonationen zusammengesetztes Knistern und Knattern

drang erst undeutlich und abgebrochen, bald aber vernehmlicher und in schnellerem Tempo aus dem Walde hervor, die Vorstellung erweckend, als ob Herden von Affen in den Baumkronen herumkletterten und das Gezweig zerbrächen. Der Steuermann unseres Schiffes, ein eingeborner Halbblutindianer, führte indessen auf Befragen die Ursache des Geräusches auf die Austern zurück, welche, bei der gegenwärtig eintretenden Ebbe vom Wasser entblößt, plötzlich ihre Schalen zuklappten. Daß dasselbe Geräusch bei Tage nicht hörbar ist, erklärt sich wohl zur Genüge durch die bekanntlich in der Nacht gesteigerte Leitungsfähigkeit der Luft für den Schall. Etwa zur Mitternachtszeit beginnt sodann das Geheul der Raubtiere, besonders des Jaguars, die wohl vor allen den schlafenden Vögeln nachstellen dürften, und einige Stunden vor Sonnenaufgang das langgezogene, melancholische Geheul der Brüllaffen, welches bald aus weiter Ferne undeutlich vernommen wird, bald aus unmittelbarster Nähe das Ohr erschreckt. In den ersten Stunden nach Sonnenaufgang sind es wiederum die Vögel, welche mit ihrem Geschrei die Luft erfüllen, aber nicht, wie bei Einbruch der Nacht, die Wasservögel, sondern vielmehr die Papageien, welche um diese Zeit in dichten Schwärmen zu ihren Futterplätzen fliegen. Nur der große blaue Aral zieht schweigend in vereinzelten Paaren durch die Luft; die kleineren geselligen Arten schwatzen und krächzen ohne Unterbrechung und anscheinend ohne jeden besonderen Grund. Gegen acht Uhr morgens wird es stiller im Walde. Alles scheint von dem Geschäft des Fressens vollständig in Anspruch genommen zu werden. Zur Mittagszeit sonnt man sich auf den Baumästen oder ruht im Schatten des Waldes, und um sechs Uhr abends wird das Konzert durch die Wasservögel von neuem eröffnet.

Zu diesem reichen und mannigfaltigen Tierleben, welches tagaus tagein in den Mangrovewäldern sich abspielt, steht das gänzliche Fehlen der Spuren menschlicher Existenz und Thätigkeit in einem sonderbaren Gegensatz. Macht schon die topographische Beschaffenheit dieser Distrikte das Anlegen von Ansiedelungen daselbst auch für wilde Völkerschaften zur Unmöglichkeit, so werden die Sümpfe auch der tückischen Malaria sowie der Moskitos wegen überall gefürchtet und geflohen und Städte und Dörfer in möglichst weiter Entfernung von denselben angelegt. Nur einen einzigen Nutzen hat der Mensch bisher von den Mangrovewäldern zu ziehen gewußt. In Westindien benutzt man jetzt die Rinde der Rhizophoren zur Herstellung einer guten Gerberlohe, welche in ihrem Gehalt an Gerbsäure unsere Eichenlohe noch übertreffen soll.

Die Schwere oder das Wirksamwerden der potentiellen Energie.

Von

Baron **N. Dellingshausen.**

(Fortsetzung.)

IV.

Bedeutung der Masse und der Dichtigkeit der Körper.

Im vorigen Abschnitt haben wir das Fallen der Körper ohne Rücksicht auf ihre Verschiedenheit erklären können, weil die Gesetze, nach welchen die Geschwindigkeit und die lebendige Kraft der fallenden Körper zunehmen, unabhängig von der Qualität und der Größe derselben sind. Jetzt tritt an uns die Aufgabe heran, den Einfluß, den die Körper selbst auf ihre Schwere ausüben, zu erkennen und zwar nicht allein bei verschiedenem Volumen, sondern für die qualitativ verschiedenartigen Körper auch bei gleichem Volumen, eine Aufgabe, deren Lösung für die kinetische Naturlehre aus dem Grunde besonders wichtig ist, weil sie bei der Unterschiedslosigkeit des allgemeinen Substrates keine Hypothesen bereit hat, welche als Erklärung für die Verschiedenheit der Körper gelten können. — Die Verschiedenheit der Schwere äußert sich zunächst beim Heben der Körper; je größer das Volumen derselben ist, um so größer ist auch die Anstrengung, welche dabei gemacht werden muß, aber auch bei gleichem Volumen besteht in dieser Beziehung eine Verschiedenheit; es ist z. B. viel schwerer eine eiserne Kanonenkugel aufzuheben, als eine gleich große Holzkugel. Ebenso üben auch die Körper gegen ihre Unterlage einen verschiedenen Druck aus. Um die Größe dieses Druckes zu bestimmen, bedient man sich der Wage. Indem man mit ihrer Hilfe die Schwere eines Körpers mit der Schwere eines anderen, als Einheit angenommenen Körpers vergleicht, erhält man für den ersten eine Verhältniszahl, welche man als das Gewicht desselben bezeichnet. Bei gleichartigen Körpern ist das Gewicht dem Volumen proportional; die qualitativ verschiedenartigen Körper unterscheiden sich durch ihr spezifisches Gewicht, d. h. durch die Verschiedenheit ihrer Gewichte bei gleichem Volumen. Das

Produkt aus dem Gewichte G und der Höhe h ist die Arbeit, welche beim Heben eines Körpers zu leisten ist. Dieselbe Arbeit wird beim Niedersinken des Körpers wieder gewonnen; bei einem frei fallenden Körper verwandelt sie sich in lebendige Kraft. Um die Äquivalenz zwischen der Arbeit und der lebendigen Kraft herzustellen, wird das halbe Quadrat der Geschwindigkeit v, welche ein Körper bei seinem Herabfallen von der Höhe h erreicht, mit einem konstanten Faktor M multipliziert, den man als die Masse des Körpers bezeichnet. Durch Gleichsetzen der beiden Ausdrücke für die lebendige Kraft und die Arbeit eines Körpers erhält man die Beziehung

$$\frac{M v^2}{2} = G h.$$

Ersetzt man in dieser Gleichung, den Gesetzen der gleichförmig beschleunigten Bewegung entsprechend, die Höhe h durch $\frac{v^2}{2g}$, wobei g die Beschleunigung der Schwere bedeutet, so folgt

$$M = \frac{G}{g}.$$

Die Masse eines Körpers ist somit gleich dem Quotienten aus dem Gewichte desselben und der Beschleunigung der Schwere. Durch die letzte Gleichung sind wir stets in der Lage, für die Masse eines Körpers einen numerischen Wert anzugeben. Die Bedeutung der Masse bleibt aber dabei unbestimmt; sie ergibt sich erst aus den Vorstellungen, welche man sich über die Ursache der Schwere bildet.

Gegenwärtig wird allgemein angenommen, daß die Körper aus Atomen bestehen und daß an den Atomen fernwirkende Anziehungskräfte haften. Diese Kräfte sollen die Ursache der Schwere sein. Das beobachtete Gewicht der Körper gilt dabei als Maß für die anziehenden Kräfte; weil diese aber der Größe und Anzahl der Atome proportional gesetzt werden, so dient das Gewicht auch dazu, um die Quantität der Materie in den Körpern zu bestimmen. Bei gleicher Beschleunigung g sind aber die Massen der Körper den Gewichten derselben proportional. Auf diese Weise erhalten die Massen der Körper die ihnen gegenwärtig beigelegte Bedeutung einer relativen Quantität der Materie. Diese Bedeutung besteht aber nur unter der Voraussetzung anziehender Kräfte, weil die Gewichte, durch welche die Massen der Körper bestimmt werden, selbst nur unter derselben Bedingung der Quantität der Materie proportional gesetzt werden können. Dem entsprechend werden auch die anziehenden Kräfte den Massen der Körper proportional angenommen. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die absolute Quantität der Materie uns in keinem Falle gegeben ist, sondern die Masse eines Körpers wird immer nur aus seinem beobachteten Gewichte bestimmt und erst hinterdrein unter Voraussetzung anziehender Kräfte durch die Masse, als Quantität der Materie aufgefaßt, die verschiedene Schwere der Körper erklärt.

Das von der Masse der Körper soeben Gesagte gilt auch von

ihrer Dichtigkeit, welche als die relative Quantität der Materie in einer Volumeneinheit betrachtet wird. Ihre Verschiedenheit wird gegenwärtig auf ein mehr oder weniger dichtes Zusammendrängen der Atome zurückgeführt. Die absolute Quantität der Materie ist uns aber in einer Volumeneinheit ebenso wenig als in irgend einem anderen Falle gegeben, sondern die Dichtigkeit der Körper wird aus ihrem spezifischen Gewichte bestimmt und erst hinterdrein unter Voraussetzung anziehender Kräfte durch die Dichtigkeit, als Quantität der Materie aufgefaßt, die verschiedene Schwere der Körper bei gleichem Volumen erklärt.

Wie allgemein anerkannt diese Lehre auch sein mag, so hat sie doch in der letzten Zeit bedeutende Zweifel hervorgerufen. Die Naturforscher überzeugen sich von Jahr zu Jahr immer mehr, daß die »Anziehungskraft« nur ein Ausdruck ist, der dazu dient, die Unkenntnis von der wahren Ursache der Schwere zu verdecken. In den Teilen der Naturlehre, welche bis zur Bewegung, d. h. bis auf den Grund der Erscheinungen hindurchgedrungen sind, z. B. in der Undulationstheorie des Lichtes und in der mechanischen Wärmetheorie, kommt der Ausdruck »Kraft« überhaupt nicht mehr vor. Der Zusammenhang zwischen der Masse und der Dichtigkeit der Körper einerseits und der Quantität der Materie anderseits besteht aber nur unter der ausdrücklichen Voraussetzung von anziehenden Kräften; mit ihrem Verschwinden hört diese Verbindung auf; zugleich verlieren die Masse und die Dichtigkeit der Körper die ihnen bisher beigelegte Bedeutung; sie entsprechen nicht mehr einer Quantität der Materie, sondern sind nur noch empirische, durch das beobachtete Gewicht bestimmte Koeffizienten, welche den Einfluß der Körper selbst auf ihre Schwere angeben und dazu dienen, die Äquivalenz zwischen der lebendigen Kraft und der Arbeit herzustellen.

Wenn aber die Masse und die Dichtigkeit der Körper unabhängig von der Quantität der Materie sind, so tritt an die Wissenschaft die Forderung heran, ihre Bedeutung auf neuer Grundlage festzustellen. Für die kinetische Naturlehre insbesondere ist bei der Unterschiedslosigkeit und Unveränderlichkeit des allgemeinen Substrats die Vorstellung einer verschiedenen Quantität der Materie in gleichem Volumen völlig unzulässig. Die Dichtigkeit ist nach ihr nur eine Qualität, welche durch die inneren Bewegungen der Körper begründet wird. Die der kinetischen Naturlehre gestellte Aufgabe besteht somit darin, nicht allein die Bedeutung der Masse zu erkennen, sondern auch zu erklären, auf welche Weise es möglich ist, daß zwei Körper von gleichem Volumen, wie z. B. eine Kanonenkugel und eine gleich große Holzkugel, bei einem unterschiedslosen Substrate, also in substantieller Beziehung vollkommen gleich, dennoch durch ihre Schwere und durch ihr Verhalten bei der Mitteilung einer Bewegung sich als verschieden erweisen können. — Um diese Aufgabe zu lösen, müssen wir vor allem den inneren Vorgang bei der Entstehung einer Bewegung berücksichtigen. Ein Körper kann nicht in Bewegung versetzt werden, ohne daß ihm eine der beabsichtigten Geschwindigkeit entsprechende lebendige Kraft mitgeteilt wird. Dazu ist aber bei äußeren Einwirkungen die Übertragung einer bestimmten Energie oder eine äquivalente Arbeitsleistung erforderlich. Die Körper

werden daher nicht durch Kräfte, sondern nur durch Arbeit in Bewegung versetzt. Tritt dabei eine Verschiedenheit hervor, so kann diese nur darin bestehen, daß die Körper entweder bei gleichen ihnen mitgeteilten Geschwindigkeiten verschiedene Arbeitsleistungen erfordern oder bei gleichen Arbeitsleistungen verschiedene Geschwindigkeiten annehmen. Bei den Erscheinungen der Schwere äußert sich die Verschiedenheit der Körper: durch die Arbeit, welche sie bei ihrem Herabsinken leisten, durch die lebendige Kraft, welche sie bei ihrem Herabfallen entwickeln, durch den Druck, den sie auf ihre Unterlage ausüben, und endlich durch die Arbeit, welche erforderlich ist, um sie wieder in die Höhe zu heben. Gelingt es uns, die Verschiedenheit dieser Äußerungen der Schwere bei den verschiedenen Körpern trotz der Unterschiedslosigkeit des allgemeinen Substrates auch bei gleichem Volumen zu erklären, so wird sich durch die Bestimmung des Gewichtes der Körper auch zugleich die Bedeutung ihrer Masse und Dichtigkeit ergeben.

Zu diesem Zweck wollen wir zunächst ein Beispiel den äußeren Bewegungserscheinungen entnehmen. Es seien M_1 und M_2 die Massen zweier Körper, die sich bereits mit den Geschwindigkeiten c_1 und c_2 im Raume bewegen. Ihre lebendigen Kräfte sind dann:

$$\frac{M_1 \, c_1^2}{2} \quad \text{und} \quad \frac{M_2 \, c_2^2}{2}$$

Werden gewisse Arbeitsmengen U_1 und U_2 dazu verbraucht, um die Geschwindigkeiten der beiden Körper auf v_1 und v_2 zu erhöhen, so sind die lebendigen Kräfte derselben nach der Mitteilung der neuen Bewegung

$$\frac{M_1 \, v_1^2}{2} \quad \text{und} \quad \frac{M_2 \, v_2^2}{2}.$$

Die bei der Mitteilung einer Bewegung verbrauchte Arbeitsmenge ist aber stets gleich dem Zuwachs der lebendigen Kraft; wir erhalten daher die beiden Gleichungen

$$U_1 = \frac{M_1 \, (v_1^2 - c_1^2)}{2}$$

und

$$U_2 = \frac{M_2 \, (v_2^2 - c_2^2)}{2}$$

oder die Proportion

$$U_1 : U_2 = M_1 \, (v_1^2 - c_1^2) : M_2 \, (v_2^2 - c_2^2).$$

Zerlegen wir die Differenzen der Quadrate in ihre Faktoren, so ist für den einen Körper

$$v_1^2 - c_1^2 = (v_1 + c_1) \, (v_1 - c_1).$$

Es ist aber $v_1 - c_1$ der Zuwachs an Geschwindigkeit, den der Körper M_1 durch die Arbeit U_1 erhält; bezeichnen wir diesen Zuwachs mit Δc_1, so ist

$$v_1 + c_1 = 2 \, c_1 + \Delta c_1$$

und

$$v_1^2 - c_1^2 = (2 \, c_1 + \Delta c_1) \, \Delta c_1.$$

Verfahren wir in derselben Weise mit dem zweiten Körper, so ist

$$v_2^2 - c_2^2 = (2\,c_2 + \Delta\,c_2)\,\Delta\,c_2.$$

Diese Werte in die obige Proportion eingesetzt, ergeben

$$U_1 : U_2 = M_1\,(2\,c_1 + \Delta\,c_1)\,\Delta\,c_1 : M_2\,(2\,c_2 + \Delta\,c_2)\,\Delta\,c_2.$$

Nehmen wir nun an, die Steigerungen der Geschwindigkeiten $\Delta\,c_1$ und $\Delta\,c_2$ seien so gering, daß sie neben $2\,c_1$ und $2\,c_2$ vernachlässigt werden können — eine Voraussetzung, welche bei einer gleichförmig beschleunigten Bewegung stets gemacht werden darf, weil wir keinen Körper in absoluter Ruhe kennen — so verwandelt sich die Proportion in

$$U_1 : U_2 = M_1\,c_1\,\Delta\,c_1 : M_2\,c_2\,\Delta\,c_2.$$

Setzt man $\Delta\,c_1 = \Delta\,c_2$, so erhält man

$$U_1 : U_2 = M_1\,c_1 : M_2\,c_2$$

oder das Verhältnis der Arbeitsmengen, welche zu leisten sind, um verschiedenen Körpern gleiche Beschleunigungen zu erteilen.

In der Mechanik ist man übereingekommen, das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit als die Quantität der Bewegung oder als das Bewegungsmoment der Körper zu bezeichnen. Das Gesetz, welches die obige Gleichung ausdrückt, kann daher mit Worten auf folgende Weise ausgesprochen werden: Die Arbeitsmengen, welche erforderlich sind, um verschiedenen Körpern gleiche Beschleunigungen zu erteilen, verhalten sich zu einander, wie die bereits vorhandenen Bewegungsmomente der Körper. Mit Hilfe der Gleichung

$$M = \frac{G}{g}$$

sind wir zwar in der Lage, für die Masse M einen numerischen Wert anzugeben, weshalb es auch stets möglich ist, die Arbeitsmenge zu berechnen, welche erforderlich ist, um einen Körper in Bewegung zu versetzen, die wahre Bedeutung der Masse bleibt aber dabei unbestimmt. Dieselbe Ungewißheit besteht für die qualitativ verschiedenen Körper auch dann noch, wenn sie von gleichem Volumen sind; ihre Massen M_1 und M_2 verhalten sich dann wie ihre Dichtigkeiten D_1 und D_2 und wir erhalten die Proportion

$$U_1 : U_2 = D_1\,c_1 : D_2\,c_2.$$

Mit Hilfe der Gleichung

$$D = \frac{S}{g},$$

in welcher S das spezifische Gewicht der Körper bedeutet, können wir zwar ebenfalls in die mechanischen Gleichungen für die Dichtigkeit einen numerischen Wert einführen, die Physik läßt es aber auf ihrem gegenwärtigen Standpunkte unentschieden, ob man unter »Dichtigkeit« eine Quantität der Materie oder eine Qualität der Körper zu verstehen hat.

Um diese Zweifel aus unseren Gleichungen auszuschließen, wollen wir beide Körper von gleicher Qualität und somit auch von gleicher

Dichtigkeit voraussetzen; ihre Massen verhalten sich dann wie ihre Volumina V_1 und V_2 und wir erhalten die Proportion

$$U_1 : U_2 = V_1 c_1 : V_2 c_2.$$

Diese Gleichung enthält keine Ungewißheit mehr in sich, weil das Verhältnis der Arbeitsmengen U_1 und U_2 nur noch durch quantitative Größen, durch das Volumen und die Geschwindigkeit der beiden Körper bestimmt wird, welche sich auf die Einheiten des Raumes und der Zeit zurückführen lassen. Setzen wir schließlich noch das Volumen der beiden Körper gleich, so erhalten wir die Proportion

$$U_1 : U_2 = c_1 : c_2.$$

Aus dieser Gleichung ersehen wir, daß zwei an Qualität und Volumen vollkommen gleiche Körper, wenn sie bereits verschiedene Geschwindigkeiten besitzen, sich bei der Mitteilung einer Bewegung verschieden verhalten. Sie erfordern, um gleiche Beschleunigungen zu erleiden, Arbeitsleistungen, welche ihren bereits vorhandenen Geschwindigkeiten proportional sind.

Setzen wir dagegen die Beschleunigungen Δc_1 und Δc_2 als verschieden voraus, so müssen wir auf die Gleichung

$$U_1 : U_2 = M_1 c_1 \Delta c_1 : M_2 c_2 \Delta c_2$$

zurückgehen. Aus dieser Gleichung ergeben sich folgende Gesetze. Sind die Bewegungsmomente $M_1 c_1$ und $M_2 c_2$ der beiden Körper einander gleich, ein Fall, der stets dann eintritt, wenn zwei gleiche Körper sich mit gleicher Geschwindigkeit bewegen, so folgt die Proportion

$$U_1 : U_2 = \Delta c_1 : \Delta c_2,$$

d. h. bei gleichen Bewegungsmomenten der Körper sind die geleisteten Arbeiten und die erteilten Beschleunigungen miteinander proportional. Sind dagegen die Arbeitsleistungen U_1 und U_2 gleich, so folgt

$$\Delta c_1 : \Delta c_2 = M_2 c_2 : M_1 c_1,$$

d. h. die Beschleunigungen, welche durch gleiche Arbeitsleistungen den Körpern mitgeteilt werden, verhalten sich umgekehrt, wie die Bewegungsmomente derselben.

Für gleiche Körper oder wenn $M_1 = M_2$ ist, folgt außerdem

$$\Delta c_1 : \Delta c_2 = c_2 : c_1,$$

d. h. zwei gleiche Körper erhalten durch gleiche Arbeitsleistungen Beschleunigungen, welche ihren bereits vorhandenen Geschwindigkeiten umgekehrt proportional sind.

Aus dem obigen erkennen wir, daß die Verschiedenheit der Geschwindigkeit allein schon genügt, um bei sonst vollkommen gleichen Körpern und somit auch bei einem und demselben Körper ein verschiedenes Verhalten bei der Mitteilung einer Bewegung zu begründen. Zu demselben Resultate kann man jedoch auf viel einfachere Weise mit Hilfe des Differentials der lebendigen Kraft gelangen. Ist M die Masse eines Körpers und v seine Geschwindigkeit, so ist seine lebendige Kraft

$$L = \frac{Mv^2}{2}$$

Durch Differentiation erhält man

$$\frac{dL}{dv} = Mv.$$

Aus dieser Gleichung ersehen wir, daß das Bewegungsmoment Mv eines Körpers der Differentialquotient seiner lebendigen Kraft nach der Geschwindigkeit ist; als solcher gibt es das Gesetz an, nach welchem die lebendige Kraft eines Körpers sich verändert, wenn seine Geschwindigkeit zu- oder abnimmt. Dem Zuwachs der lebendigen Kraft äquivalent ist aber die bei der Mitteilung einer Bewegung auf den Körper übertragene Energie, sowie die dabei verbrauchte Arbeit. Wir erkennen daher aus der obigen Gleichung, daß die Arbeit $dU = dL$ bei gleicher Beschleunigung dv der Geschwindigkeit v direkt und daß die Beschleunigung dv bei gleicher Arbeitsleistung dU derselben Geschwindigkeit v umgekehrt proportional ist.

Die soeben entwickelten Gesetze sind keine von der kinetischen Naturlehre zu einem bestimmten Zweck gemachten Voraussetzungen, sondern die unbedingten Konsequenzen allgemein anerkannter mechanischer Grundsätze; es ergibt sich aber aus ihnen eine einfache Erklärung für das verschiedene Verhalten der Körper bei der Mitteilung einer Bewegung auch sogar in dem Falle, wenn sie von gleichem Volumen sind. Mögen zwei qualitativ verschiedenartige Körper bei gleichem Volumen wegen der Unterschiedslosigkeit des allgemeinen Substrats in substantieller Beziehung einander vollkommen gleich sein, mögen sie sich sogar im Raume mit gleicher Geschwindigkeit bewegen, so unterscheiden sie sich doch von einander durch ihre inneren Bewegungen und dieser Umstand genügt, um ihre Verschiedenheit zu begründen.

Die aus den äusseren Bewegungen der Körper entnommene Vorstellung eines Bewegungsmomentes lässt sich nämlich auch auf ihre inneren Bewegungen übertragen. In dem einen wie in dem anderen Falle sind es Bewegungen, welchen bestimmte Energien entsprechen; bei den äusseren Bewegungen — die lebendige Kraft, bei den inneren Bewegungen — die Totalenergie. In derselben Weise aber wie zu der lebendigen Kraft eines Körpers ein äußeres Bewegungsmoment gehört, so entspricht auch der Totalenergie als ihr Differentialquotient ein inneres Bewegungsmoment.

Für die Totalenergie der Körper haben wir bereits im ersten Abschnitte den Ausdruck

$$T = \frac{KV\Sigma u^2}{2}$$

aufgestellt, in welchem Σu^2 die Summe der Quadrate der Geschwindigkeiten aller Bewegungen darstellt, an welchen die Punkte eines Körpers teilzunehmen haben, V das Volumen des Körpers bedeutet und K ein konstanter und wegen der Unterschiedslosigkeit des allgemeinen Substrates für alle Körper gleicher Koeffizient ist, der dazu dient, die Äquivalenz zwischen der Totalenergie des Körpers und dem Gesamtwerte seines inneren Arbeitsvorrates herzustellen. Durch Differentiation der

Totalenergie unter Voraussetzung eines konstanten Volumens erhalten wir einen Ausdruck von der Form

$$\frac{dT}{du} = KV\Sigma u,$$

den wir als das innere Bewegungsmoment der Körper bezeichnen wollen.

Durch diesen Ausdruck ist die Bedeutung des inneren Bewegungsmomentes der Körper aufs genaueste festgestellt. Als ein Produkt aus Volumen, Geschwindigkeit und einem konstanten Faktor bedeutet das innere Bewegungsmoment die thatsächlich in den Körpern enthaltene Quantität der inneren Bewegungen. Als der Differentialquotient der Totalenergie gibt es das Gesetz an, nach welchem dieselbe sich verändert, wenn die Geschwindigkeit der inneren Bewegungen zu- oder abnimmt, und bestimmt dadurch zugleich die auf den Körper zu übertragende Energie oder die Arbeitsleistung, welche erforderlich ist, um gewisse Veränderungen hervorzubringen. Die Verschiedenheit der Körper erklärt sich somit vollständig durch die Verschiedenheit ihrer inneren Bewegungsmomente, und zwar nicht allein bei verschiedenem Volumen, sondern für die qualitativ verschiedenartigen Körper wegen der verschiedenen Geschwindigkeit ihrer inneren Bewegungen auch bei gleichem Volumen. Diese Erklärung läßt sich insofern als eine definitive bezeichnen, weil das innere Bewegungsmoment der Körper, als ein Produkt aus Volumen und Geschwindigkeit, durch quantitative Größen allein bestimmt wird, welche sich auf die Einheiten des Raumes und der Zeit zurückführen lassen und daher frei von allen Hypothesen über Atome, Kräfte und Imponderabilien unserer Erkenntnis einen absoluten Anfang gestatten. Dieses gilt für alle Erscheinungen, welche mit einer Veränderung der Totalenergie verbunden sind, nicht allein für die Veränderungen der Temperatur, bei welchen die Wärmekapazität der Körper sich als verschieden erweist, sondern auch in bezug auf die Bewegungserscheinungen, bei welchen die Körper sich durch ihre Trägheit von einander unterscheiden.

Werden verschiedene Körper durch ihre inneren Bewegungen in gleicher Weise im Raume verschoben, so befinden sie sich in bezug auf einander in relativer Ruhe. Es genügt aber, in dem einen oder dem anderen Körper die Form seiner inneren Bewegungen abzuändern, z. B. die Ganghöhe seiner schraubenförmigen Bewegungen zu vergrößern oder zu verkleinern, damit er den anderen Körpern voraneile oder hinter ihnen zurückbleibe und uns dadurch die Erscheinung einer relativen Bewegung zeige. — Um solches zu bewirken, ist bei äußeren Einwirkungen stets die Mitteilung neuer Bewegungen, d. h. die Übertragung einer bestimmten Menge von Energie oder eine Arbeitsleistung erforderlich, wobei zugleich die Totalenergie der Körper einen äquivalenten Zuwachs erhält; dabei erweisen sich die Körper als von einander verschieden; der eine verlangt, um eine bestimmte Geschwindigkeit anzunehmen, eine größere, der andere eine geringere Arbeit; der eine Körper kann durch seine lebendige Kraft bei gleicher Geschwindigkeit eine größere, der

andere nur eine geringere Arbeit leisten. Diese Verschiedenheiten trotz der Unterschiedslosigkeit des allgemeinen Substrats auch bei gleichem Volumen der Körper zu erklären, ist die uns zunächst bevorstehende Aufgabe.

Wird ein relativ ruhender Körper in Bewegung versetzt oder wird die relative Bewegung eines Körpers abgeändert, so verändert sich auch notwendigerweise seine absolute translatorische Bewegung im Raume und mit ihr zugleich, weil sie eine der vielen Komponenten zu den Bewegungen seiner Punkte ist, die Geschwindigkeit der inneren Bewegungen überhaupt. Mit der Veränderung der inneren Bewegungen verändert sich auch die Totalenergie und zwar für eine bestimmte Zu- oder Abnahme der inneren Geschwindigkeiten im Verhältnis zu ihrem Differentialquotienten oder proportional dem inneren Bewegungsmomente des Körpers. Der Veränderung der Totalenergie muß aber stets die auf den Körper übertragene Energie und bei vollkommen elastischen Körpern, wenn die geleistete Arbeit ausschließlich auf die Mitteilung einer relativen Geschwindigkeit verbraucht wird, auch die zum Vorschein kommende lebendige Kraft äquivalent sein. Daraus ergibt sich ohne weiteres eine Erklärung für das verschiedene Verhalten der Körper. Weil die Körper nicht in Bewegung versetzt werden können, ohne daß ihre Totalenergie eine Veränderung erleide, weil die Veränderungen der Totalenergie für eine bestimmte Zu- oder Abnahme der inneren Geschwindigkeiten den inneren Bewegungsmomenten proportional sind und weil die auf die Körper übertragenen Energien den Veränderungen der Totalenergie äquivalent sein müssen, so folgt daraus, daß die Arbeitsleistungen, durch welche verschiedenen Körpern gleiche relative Geschwindigkeiten mitgeteilt werden, den Veränderungen der Totalenergie entsprechend sich zu einander verhalten wie die inneren Bewegungsmomente der Körper.

Um das verschiedene Verhalten der Körper bei den äußeren Bewegungserscheinungen zu erklären, müssen wir wieder einmal auf die elementaren inneren Bewegungen zurückgehen. Nach der kinetischen Naturlehre wird angenommen, daß zwischen allen Teilen des allgemeinen Substrates, durch Wellen vermittelt, ein beständiger Austausch von Bewegungen stattfindet, deren Energie durch die vollkommene Gegenseitigkeit aller Wechselwirkungen unveränderlich aufrecht erhalten wird. Dieser Satz gilt nicht allein für das ganze Weltall, sondern auch innerhalb der einzelnen Körper; auch bei ihnen läßt sich nach dem Huygens'schen Prinzipe jeder Punkt als der Ausgangspunkt besonderer elementarer Wellen betrachten, die sich nach allen Seiten ausbreiten und sich vielfach durchkreuzen. Durch die Reflexion, welche die einen Körper durchströmenden Wellen an seiner Grenzfläche erleiden, schließt er sich gegen alle übrigen Körper ab und wird selbst zu einem Ganzen. Beim Zusammentreffen der gleichartigen Wellen in entgegengesetzter Richtung verwandeln sie sich in stehende Wellen und begründen dadurch dauernd den Zustand der Körper. Bei gleicher oder fast gleicher Fortpflanzungsrichtung interferieren die Wellen mit einander und neutralisieren sich dabei gegenseitig. Die auf diese Weise aus den äußeren Erscheinungen verschwindende Energie der inneren Bewegungen haben

wir als potentielle Energie der Körper bezeichnet; sie kann nur durch Störung der Interferenzen wieder zum Vorschein kommen. Die nach allen Interferenzen frei bleibenden Bewegungen sind die wahren resultierenden Bewegungen der einzelnen Punkte im Raume; ihre Energie ist die kinetische Energie der Körper. Je nach dem Koordinatensysteme, welches wir unseren Untersuchungen zu Grunde legen, erweisen sich die Bahnen, auf welchen die Punkte eines Körpers sich bewegen, als von verschiedener Form. In bezug auf ein mit dem Körper selbst fest verbundenes Koordinatensystem sind sie geschlossene Kurven; wir betrachten dann den Körper als äußerlich in Ruhe befindlich. Nehmen wir dagegen ein im Raume feststehendes Koordinatensystem an, so sind die Bahnen der Punkte, weil wir keinen Körper in absoluter Ruhe kennen, offene Kurven oder schraubenförmige Linien. Die Öffnung der Kurven oder die Ganghöhe der Schraubenlinien ist die Verschiebung, welche ein Körper während der Dauer eines inneren Umschwunges seiner Punkte im Raume erleidet. Die schraubenförmigen Bewegungen lassen sich stets in Rotationen und in eine translatorische Bewegung zerlegen. Durch die Energie der inneren Rotationen werden die Eigenschaften und die Temperatur der Körper bestimmt. — Die translatorische Bewegung der Punkte eines Körpers äußert sich dagegen als seine Ortsveränderung im Raume. Sind die Einwirkungen, welche ein Körper von außen erleidet, den Wirkungen gleich, die er nach außen ausübt, so befindet er sich in einem stationären Zustande; seine inneren Bewegungen bleiben dabei unverändert; ist er in bezug auf ein gewähltes Koordinatensystem in Ruhe, so bleibt er in Ruhe; ist er in Bewegung, so setzt er seine Bewegung in gerader Richtung und mit gleichförmiger Geschwindigkeit weiter fort. Ruhe und Bewegung sind daher relative Zustände, die nur durch das Hinzukommen neuer Einwirkungen von außen abgeändert werden können. Die Unveränderlichkeit des inneren und äußeren Bewegungszustandes der Körper haben wir als ihr Beharrungsvermögen bezeichnet. Die Energie der translatorischen Bewegung im Raume bildet mit der Energie der Rotationen oder der Wärme und der potentiellen Energie die Totalenergie der Körper; sie kann daher nicht abgeändert werden, ohne daß letztere zugleich eine Veränderung erleide.

Dasselbe gilt auch für die lebendige Kraft; sie ist das Äquivalent der Arbeit, welche die Körper vermittelst ihrer äußeren Bewegung leisten können, zugleich ist sie äquivalent den Veränderungen, welche die Totalenergie sowohl bei der Mitteilung als bei der Aufhebung einer Bewegung erleidet, und ist daher bei gleichen relativen Geschwindigkeiten ebenfalls den inneren Bewegungsmomenten der Körper proportional.

Sind die bei der Mitteilung einer Bewegung auf die verschiedenen Körper übertragenen Energien oder die geleisteten Arbeiten einander gleich, so sind es auch die Veränderungen der Totalenergien und bei vollkommen elastischen Körpern die zum Vorschein kommenden lebendigen Kräfte. Gleiche Veränderungen der Totalenergie erfordern aber Veränderungen der inneren Geschwindigkeiten oder — immer unter Voraussetzung vollkommen elastischer Körper — Veränderungen der translatorischen Geschwindigkeit ihrer Punkte im Raume, welche den inneren

Bewegungsmomenten der Körper umgekehrt proportional sind, und bringen daher auch relative Geschwindigkeiten hervor, welche in demselben Verhältnisse zu einander stehen.

Das Bestimmende bei allen Bewegungserscheinungen für das Verhalten der Körper sind somit die inneren Bewegungsmomente derselben. Verschiedene Körper erfordern, um gleiche relative Geschwindigkeiten zu erhalten, Arbeitsleistungen, welche ihren inneren Bewegungsmomenten direkt, und nehmen bei gleichen Arbeitsleistungen relative Geschwindigkeiten an, welche denselben inneren Bewegungsmomenten umgekehrt proportional sind.

Wenn es somit schwerer ist, eine eiserne Kanonenkugel als eine gleich große Holzkugel in Bewegung zu versetzen, oder wenn beide Körper sich in der Weise von einander unterscheiden, daß eine Kanonenkugel z. B. eine Mauer durchbricht, welche eine Holzkugel bei gleicher Geschwindigkeit aufhält, so beruht die Ursache davon einzig und allein auf der Verschiedenheit der inneren Bewegungsmomente, welche, als die Differentialquotienten der Totalenergie, die von den Körpern aufgenommenen und abgegebenen Arbeitsvorräte bestimmen.

Das verschiedene Verhalten der Körper bei den Bewegungserscheinungen wird als ihre Trägheit bezeichnet, wobei jedoch an keinen aktiven Widerstand gedacht werden darf, sondern die verschiedene Trägheit der Körper beruht ebenso wie ihr Beharrungsvermögen einzig und allein auf dem Umstande, daß eine Zustandsänderung überhaupt nicht ohne Arbeit, d. h. nicht ohne Übertragung von Energie hervorgebracht werden kann. Betrachten wir die Arbeitsleistungen, welche verschiedenen Körpern gleiche Geschwindigkeiten mitteilen, oder die reciproken Werte der Geschwindigkeiten bei gleichen Arbeitsleistungen als Maß für die Trägheit, so kann sie ebenfalls den inneren Bewegungsmomenten proportional gesetzt werden. Die Trägheit ist jedoch nur eine Rechnungsgröße, die nicht direkt beobachtet werden kann; deshalb gelten auch die soeben entwickelten Gesetze nur für vollkommen elastische Körper, während die uns bekannten Körper stets mehr oder weniger unvollkommen elastisch sind. Von der übertragenen Energie wird immer ein Teil in Wärme umgewandelt und nur der Rest äußert sich als lebendige Kraft. Deshalb kann auch nicht die ganze geleistete Arbeit, sondern nur der Teil, welcher thatsächlich auf das Hervorbringen der Bewegung verbraucht wird, als Maß für die Trägheit dienen. Die gewöhnlichen Bewegungserscheinungen eignen sich daher auch nicht dazu, um die inneren Bewegungsmomente der Körper zu ermitteln. Durch die Erklärung der Trägheit erhalten wir aber bereits eine Vorstellung von dem Einflusse, welchen die Körper selbst auf die Geschwindigkeit ihrer Bewegungen ausüben.

Jetzt sind wir vollständig dazu vorbereitet, die Verschiedenheit der Körper in bezug auf ihre Schwere zu erklären. Wir wissen bereits, daß die freibeweglichen Körper unter dem Einflusse der Gravitationswellen gewisse Veränderungen erleiden und dadurch in eine gleichförmig beschleunigte, nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtete Bewegung versetzt werden. Ihre lebendige Kraft erhalten aber die fallenden Körper

nicht von außen, nicht aus der Energie der Gravitationswellen, sondern sie müssen sie aus sich selbst, aus ihrer eigenen potentiellen Energie schöpfen. Die unter dem Einflusse der Gravitationswellen durch Störung der Interferenzen frei werdende potentielle Energie ist daher der Arbeitsvorrat, welcher bei dem Fallen der Körper als lebendige Kraft zum Vorschein kommt; als solche ist sie der Arbeit äquivalent, welche bei äußeren Einwirkungen den Körpern eine ihrer Fallgeschwindigkeit gleiche Geschwindigkeit erteilt. Die Arbeitsleistungen, welche verschiedenen Körpern gleiche relative Geschwindigkeiten mitteilen, verhalten sich aber zu einander wie die inneren Bewegungsmomente derselben; in demselben Verhältnisse müssen daher bei gleicher Fallgeschwindigkeit auch die unter dem Einflusse der Gravitationswellen in den fallenden Körpern freigewordenen potentiellen Energien zu einander stehen. Daraus ergibt sich aber ohne weiteres eine Erklärung für die verschiedenen Äußerungen der Schwere. Da die lebendige Kraft, welche die Körper bei ihrem Herabfallen entwickeln, die Arbeit, welche sie bei ihrem Herabsinken leisten können, und die Arbeit, welche erforderlich ist, um sie wieder in die Höhe zu heben, der unter dem Einflusse der Gravitationswellen in derselben Zeit frei werdenden potentiellen Energie äquivalent sind, so folgt daraus, daß sie ebenso wie diese bei verschiedenen Körpern den inneren Bewegungsmomenten derselben proportional sein müssen, wodurch die Verschiedenheit der Körper in dieser Beziehung vollständig nachgewiesen ist.

Wenn somit die Äußerungen der Schwere bei den verschiedenen ponderablen Körpern sich als verschieden erweisen und durch die inneren Bewegungsmomente derselben bestimmt werden, so ergibt sich dagegen aus der Proportionalität der Trägheit oder der Arbeit, welche den Körpern eine bestimmte Geschwindigkeit erteilt, und der unter dem Einflusse der Gravitationswellen frei werdenden potentiellen Energie oder der Arbeit, welche die fallenden Körper in Bewegung versetzt, eine gleiche Beschleunigung der Schwere für alle Körper, wie solches vielfach beobachtet und durch die genauesten Experimente bestätigt worden ist.

Liegen die Körper auf einer festen Unterlage, so kann ihre Verschiedenheit sich weder durch die lebendige Kraft noch durch die Arbeitsleistung äußern. — Die unter dem Einflusse der Gravitationswellen frei werdende potentielle Energie bringt dann nur eine Arbeit hervor, die wir als Druck empfinden. Der von verschiedenen Körpern auf ihre Unterlage ausgeübte Druck ist als eine unmittelbare Wirkung der in Freiheit gesetzten potentiellen Energie ebenso wie diese den inneren Bewegungsmomenten proportional. Um die Größe dieses Druckes zu bestimmen, bedient man sich der Wage. Indem man dabei den Druck des einen Körpers mit dem Drucke eines anderen als Einheit angenommenen Körpers vergleicht, erhält man für den ersten eine Verhältniszahl, welche man als das Gewicht des Körpers bezeichnet. Das Gewicht verschiedener Körper ist daher stets dem Drucke, den sie auf ihre Unterlage ausüben, und somit auch ihren inneren Bewegungsmomenten proportional. Umgekehrt können wir aus dem beobachteten Gewichte der Körper auf den Wert ihrer inneren Bewegungsmomente schließen.

Durch das beobachtete Gewicht ist uns die Möglichkeit geboten, für die Arbeit eines ponderablen Körpers einen numerischen Wert anzugeben. Die Energie, welche ein langsam sinkender Körper auf das Material der Arbeit überträgt, ist äquivalent der lebendigen Kraft, welche er bei seinem freien Herabfallen von derselben Höhe erreicht hätte, und daher auch seinem inneren Bewegungsmomente und seinem Gewichte proportional. Die lebendige Kraft eines fallenden Körpers nimmt aber zugleich im direkten Verhältnisse mit der Fallhöhe zu. Die Menge der Energie, welche ein arbeitleistender Körper auf einen anderen Körper überträgt, kann daher dem Produkte aus seinem Gewichte und der Höhe, von welcher er herabsinkt, proportional gesetzt werden. Dieses Produkt ist das, was wir als die Arbeit eines ponderablen Körpers bezeichnen. In Meterkilogrammen oder Fußpfunden ausgedrückt, gibt es uns die Einheit, durch welche alle Äußerungen der Energie gemessen werden können. Wir erkennen zugleich, daß eine Arbeitsleistung nicht die Überwindung eines aktiven Widerstandes oder einer Kraft, sondern nur eine Übertragung von Energie von einem Körper auf einen anderen ist.

Aus der Äquivalenz der Arbeit G h und der lebendigen Kraft $\frac{M v^2}{2}$ eines Körpers erhalten wir, wenn h, den Gesetzen der gleichförmig beschleunigten Bewegung entsprechend, durch $\frac{v^2}{2g}$ ersetzt wird, für die Masse M die Gleichung

$$M = \frac{G}{g},$$

aus welcher wir ersehen, daß die Massen der Körper bei gleicher Beschleunigung ihren Gewichten und somit auch ihren inneren Bewegungsmomenten proportional sind. Daraus ergibt sich ohne weiteres die Bedeutung, welche in der kinetischen Naturlehre dem Ausdrucke »Masse« beizulegen ist. Da die inneren Bewegungsmomente, als Produkte aus einem Volumen, einer Geschwindigkeit und einem konstanten Faktor, die thatsächlich in den Körpern vor sich gehenden Bewegungen darstellen, so geben auch die mit ihnen proportionalen Massen einfach die Quantität der Bewegung in den verschiedenen Körpern an und bestimmen zugleich, wegen der Bedeutung der inneren Bewegungsmomente als Differentialquotienten der Totalenergien, das Verhalten der Körper nicht allein bei den Erscheinungen der Schwere, sondern auch bei allen Bewegungserscheinungen überhaupt. Die Massen der Körper sind somit vollkommen unabhängig von der Quantität der Materie; sie sind in der That nur empirische, durch das beobachtete Gewicht bestimmte Koeffizienten, welche dazu dienen, die Äquivalenz zwischen der Arbeitsleistung und der lebendigen Kraft der Körper herzustellen. Die soeben entwickelten Sätze gelten nicht allein für die Körper von verschiedenem Volumen, sondern für die qualitativ verschiedenartigen Körper auch dann noch, wenn sie von gleichem Volumen sind. Obgleich solche Körper wegen der Unterschiedslosigkeit des allgemeinen Substrats in substantieller Beziehung vollkommen gleich sind, so unterscheiden sie sich doch von einander

sowohl durch die Art wie durch die Geschwindigkeit ihrer inneren Bewegungen. Durch die Verschiedenheit der inneren Bewegungen werden aber auch in gleichem Volumen verschiedene innere Bewegungsmomente begründet und diese bedingen wieder ihrerseits die Verschiedenheit der unter dem Einflusse der Gravitationswellen frei werdenden potentiellen Energie, des Druckes, den die Körper auf ihre Unterlage ausüben, und ihres Gewichtes, welches letztere, auf die Volumeneinheit bezogen, als spezifisches Gewicht bezeichnet wird. Aus dem spezifischen Gewichte der Körper läßt sich dann ihre Dichtigkeit ermitteln, welche wegen ihrer Proportionalität mit den inneren Bewegungsmomenten die Quantität der Bewegung in der Volumeneinheit angibt und somit, vollkommen unabhängig von der Quantität der Materie, nur ein empirisch gegebener Koeffizient ist, welcher das Verhalten der Körper bei gleichem Volumen bestimmt.

Um die Verschiedenheit der Körper, z. B. einer Kanonenkugel und einer Holzkugel zu erklären, brauchen wir nur ihre inneren Bewegungsmomente zu ermitteln. Zu diesem Zweck legen wir die Körper auf eine Wage und erkennen dann, daß ungefähr acht Holzkugeln erforderlich sind, um einer gleich großen Kanonenkugel das Gleichgewicht zu halten. Wir schließen daraus, daß das innere Bewegungsmoment oder die Quantität der Bewegung in der Kanonenkugel achtmal größer als in der Holzkugel ist. Daraus folgt aber dann weiter, daß bei der Kanonenkugel die unter dem Einflusse der Gravitationswellen frei werdende potentielle Energie, der Druck, den sie auf ihre Unterlage ausübt, ihr Gewicht, ihre Masse, ihre Trägheit, die lebendige Kraft bei gleicher Geschwindigkeit, die Arbeit, welche sie bei ihrem Herabsinken leisten kann, die Arbeit, durch welche sie wieder in die Höhe gehoben wird, und wegen des gleichen Volumens das spezifische Gewicht und die Dichtigkeit achtmal größer als bei der Holzkugel sind, wodurch die Verschiedenheit der beiden Körper in bezug auf ihre Schwere vollkommen erklärt und nachgewiesen ist.

E. Du Bois-Reymond hat somit Unrecht, wenn er in seinen »Grenzen des Naturerkennens« S. 16 die Behauptung aufstellt, daß die kinetischen Theorien nicht im stande sind, »die verschiedene Dichte der Körper zu erklären«. In dem vorhergehenden haben wir eine volle Erklärung dafür gegeben, allerdings nicht »durch eine verschiedene Zusammenfügung eines gleichartigen Urstoffes«, wohl aber durch die Verschiedenheit der Bewegungen eines unterschiedslosen Substrates in gleichen Volumen.

Nachdem es uns gelungen ist, die Verschiedenheit der spezifischen Gewichte und der Dichtigkeit der Körper auf die Verschiedenheit der inneren Bewegungsmomente zurückzuführen, bleibt uns nur noch übrig, die Veränderungen, welche in dieser Beziehung an den Körpern beobachtet werden, zu erklären. Die Veränderungen des spezifischen Gewichtes und der Dichtigkeit sind aber stets mit Veränderungen des Volumens der Körper verbunden und muß daher die eine Erscheinung sich auf die andere zurückführen lassen. In der atomistischen Theorie werden die Veränderungen der Dichtigkeit und des spezifischen Gewichtes der Körper durch ein Weiter- und Näherrücken der Atome von und zu einander er-

klärt. Derartige Vorstellungen sind aber in der kinetischen Naturlehre völlig unzulässig; nach ihr ist das allgemeine Substrat, welches allen Körpern zu grunde liegt, nicht allein unterschiedslos, sondern auch unveränderlich; es ist nur der Träger der Bewegungen, durch welche die Eigenschaften der Körper bedingt werden, bleibt bei allen Veränderungen unbeteiligt und kann weder zusammengedrückt noch ausgedehnt werden. Die Volumenzunahme eines Körpers ist daher nur eine Ausbreitung, die Volumenabnahme nur eine Beschränkung der ihn qualifizierenden Bewegungen auf einen größeren oder kleineren Raum oder — wenn man will — auf einen größeren oder kleineren Teil des an sich unveränderlichen allgemeinen Substrats.

Wenn aber die inneren Bewegungen eines Körpers sich über einen größeren Raum ausbreiten oder auf einen kleineren Raum beschränkt werden, so nimmt bei einer konstant bleibenden Totalenergie der Wert des inneren Bewegungsmomentes in der Volumeneinheit in einem zu dem ganzen Volumen des Körpers umgekehrten Verhältnisse ab und zu. Mit ihm zugleich verändern sich auch das spezifische Gewicht und die Dichtigkeit des Körpers. Die inneren Bewegungen erteilen somit bei verändertem Volumen, je nachdem, ob eine Ausdehnung oder Zusammendrückung eintritt, dem allgemeinen Substrate die Eigenschaften eines spezifisch leichteren oder schwereren Körpers und zwar in der Weise, daß die Produkte aus dem spezifischen Gewichte oder der Dichtigkeit und dem Volumen des Körpers und daher auch sein absolutes Gewicht und seine Masse unveränderlich bleiben. Hier tritt uns jedoch ein leicht erkennbarer Widerspruch entgegen. Wenn die Gewichte der verschiedenen Körper ihren inneren Bewegungsmomenten proportional sein sollen, so liegt die Schlußfolgerung nahe, daß den unveränderlichen Gewichten auch unveränderliche innere Bewegungsmomente entsprechen. Diese letzte Annahme ist aber nicht zulässig. Die meisten Erscheinungen, welche wir an den Körpern beobachten, sind stets — sei es durch Zufuhr oder durch Ableitung von Wärme — mit Veränderungen der Totalenergie verbunden. Die Veränderungen der Totalenergie bedingen aber unvermeidlicherweise in den Körpern Veränderungen der Quantität der Bewegung oder der inneren Bewegungsmomente und diese können daher in keinem Falle wie die Gewichte und die Massen konstant sein. Es frägt sich daher, inwieweit die unveränderlichen Gewichte und Massen den veränderlichen inneren Bewegungsmomenten proportional sein können?

Um diese Frage zu beantworten, lassen sich verschiedene Voraussetzungen machen. Man könnte z. B. die Behauptung aufstellen, daß das Gewicht eines Körpers nur eine Verhältniszahl ist, welche angibt, wie viel mal das innere Bewegungsmoment desselben größer oder kleiner als das eines anderen als Einheit angenommenen Körpers ist, daß die inneren Bewegungsmomente in verschiedenen Körpern bei gleichen Zustandsänderungen sich auch in gleicher Weise verändern und daß deshalb ihr Verhältnis oder das relative Gewicht der Körper zu einander unveränderlich bleibt. Man könnte ferner meinen, daß die Veränderung der Totalenergie in einem Körper nicht unbedingt eine Veränderung ihres Differentialquotienten oder des inneren Bewegungsmomentes nach sich

ziehe; man könnte endlich noch sich darauf berufen, daß die Totalenergie in jedem einzelnen Körper einen so unermeßlichen Wert besitze, daß alle Veränderungen, welche wir mit unseren beschränkten Mitteln an den inneren Bewegungsmomenten hervorbringen, im Verhältnis zu dem Gesamtwerte derselben verschwindend klein sind und daher als verändertes Gewicht nicht beobachtet werden können.

Diese Erklärungsversuche wären jedoch in den meisten Fällen nicht genügend. Es gibt viele Erscheinungen, bei welchen die Gewichtseinheiten nicht denselben Einwirkungen ausgesetzt sind wie die zu wiegenden Körper. Man könnte z. B. einen Körper das eine Mal in heißem Zustande mit kalten Gewichten, das andere Mal in kaltem Zustande mit heißen Gewichten aufwiegen, wobei die Veränderungen der mit einander verglichenen Körper jedenfalls entgegengesetzte wären. Außerdem kennen wir eine Menge von Erscheinungen, bei welchen die Körper, wie z. B. beim Verdampfen der Flüssigkeiten, bedeutende Mengen von Energie in sich aufnehmen oder wie bei der Kondensation der Dämpfe und den chemischen Prozessen ebenso bedeutende Mengen von Energie als Wärme von sich ausstrahlen, ohne daß die Gewichtseinheiten dabei entsprechenden Zustandsänderungen ausgesetzt wären. Trotzdem ist in keinem dieser Fälle eine Veränderung des Gewichts beobachtet worden, obgleich die inneren Bewegungsmomente der Körper durch die Zufuhr oder Ableitung von Wärme nicht ohne Veränderung geblieben sein können, weil sie nicht allein die Differentialquotienten der Totalenergie sind, sondern auch die Quantität der Bewegung in den Körpern angeben. Was nun die Berufung auf die Unermeßlichkeit der Totalenergie anbetrifft, so wäre sie zwar ein sehr bequemes, aber wenig Vertrauen erweckendes Mittel, sich aus der Verlegenheit zu helfen. — Die Unveränderlichkeit des Gewichtes und der Masse der Körper muß daher auf anderen Verhältnissen beruhen. Wir bemerken zunächst, daß der Druck, welchen die ponderablen Körper auf ihre Unterlage ausüben, nicht eine direkte Wirkung der inneren Bewegungsmomente ist, sondern nur durch Vermittelung der unter dem Einflusse der Gravitationswellen aus ihren Interferenzen heraustretenden Bewegungen zu stande kommt. Erst durch die infolge der gestörten Interferenzen zur Wirksamkeit gelangende potentielle Energie wird die Arbeit geleistet, welche wir als Druck empfinden und durch das Gewicht der Körper messen. Die Störungen der Interferenzen im Innern der Körper sind aber von den innern Bewegungsmomenten unabhängig und werden vielmehr nur durch die Art der äußeren Einwirkungen und durch die Umstände, unter welchen sie eintreten, bestimmt. Deshalb tragen so manche Erscheinungen, welche mit Umwandelungen der potentiellen Energie verbunden sind, häufig den Charakter des Plötzlichen, Unerwarteten, man möchte fast sagen, des Gesetzlosen an sich. Diese Behauptung wird durch viele Erscheinungen bestätigt. Wenn wir einen Dampf allmählich abkühlen, so beobachten wir zwar eine Abnahme seiner Temperatur und seines inneren Druckes, ohne daß anderweitige auffallende Erscheinungen dabei zu erkennen wären; erst dann, wenn der Dampf an seinem Kondensationspunkte angelangt ist, geht er in den flüssigen Zustand über, wobei zugleich ein

Teil seiner potentiellen Energie als freiwerdende latente Wärme zum Vorschein kommt. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich bei dem Festwerden der Flüssigkeiten, während bei den entgegengesetzten Zustandsänderungen, d. h. beim Schmelzen der festen Körper und beim Verdampfen der Flüssigkeiten, auch entgegengesetzte Vorgänge beobachtet werden, nämlich eine Umwandelung der zugeführten Wärme in potentielle Energie. Auch bei den chemischen Erscheinungen lassen sich ähnliche Verhältnisse erkennen; sind die Umstände einer Vereinigung der Körper günstig, so verbinden sie sich mit einander und sofort tritt auch ein Teil ihrer potentiellen Energie als chemische Wärme hervor. Ein elektrischer Funke genügt, um die Explosion des Knallgases zu veranlassen und einen Teil seiner potentiellen Energie in Freiheit zu setzen. Aber sogar den Erscheinungen der Schwere selbst läßt sich ein Beispiel entnehmen, daß das Wirksamwerden der potentiellen Energie bei einem bestimmten Körper vollkommen unabhängig von dem inneren Bewegungsmomente desselben ist. Beim Fallen der Körper bleibt ihre Totalenergie und ebenso ihr inneres Bewegungsmoment unveränderlich und dennoch steigt zugleich mit der Geschwindigkeit auch die Umwandelung ihrer potentiellen Energie in lebendige Kraft in dem Maße, daß letztere stets dem Quadrate der seit Beginn der Bewegung verflossenen Zeit proportional ist.

Aus diesen Erscheinungen ersehen wir, daß die Menge der potentiellen Energie, welche infolge von äußeren Einwirkungen in einem bestimmten Körper zur Wirksamkeit gelangt, in keinem Verhältnisse zu seinem inneren Bewegungsmomente steht. Dasselbe gilt auch für einen ponderablen Körper, der auf einer Unterlage ruht. Die Menge der potentiellen Energie, vermittelst welcher er eine Arbeit gegen seine Unterlage leistet, wird nicht durch das innere Bewegungsmoment des Körpers, sondern durch die Störungen der Interferenzen bestimmt, welche seine inneren Bewegungen unter dem Einflusse der Gravitationswellen erleiden. Gleiche Gravitationswellen bringen aber stets gleiche Störungen der Interferenzen hervor, setzen gleiche Mengen von potentieller Energie in Freiheit, weshalb auch jeder Körper ohne Rücksicht auf seinen Zustand immer denselben Druck auf seine Unterlage ausübt.

Möge also ein ruhender Körper kalt oder warm, möge er im festen, flüssigen oder dampfförmigen Zustande sein, möge er im freien Zustande für sich bestehen oder in einer chemischen Verbindung mit einem anderen Körper vereinigt sein, so übt er doch, wenn nur die äußere Einwirkung der Gravitationswellen sich gleich bleibt, stets einen gleichen Druck auf seine Unterlage aus und besitzt daher auch ein unveränderliches Gewicht.

Durch die inneren Bewegungsmomente wird somit das Verhältnis der Gewichte nur bei verschiedenen Körpern — diese unter gleichen Umständen, d. h. bei einer noch zu ermittelnden Temperatur genommen — bestimmt. Bei einem und demselben Körper bleibt das Gewicht trotz aller Zustandsänderungen konstant, weshalb auch die relativen Gewichte der Körper sich in allen Fällen als unveränderlich erweisen.

Daß es nicht anders sein kann, ist leicht einzusehen. Wenn das

Gewicht eines Körpers sich verändern könnte, so wäre uns zugleich die Möglichkeit gegeben, den Körper in seinem leichteren Zustand durch eine geringe Arbeit in die Höhe zu heben, sein Gewicht sodann durch eine Zustandsänderung zu vergrößern, bei seinem Herabsinken eine größere Arbeit zu gewinnen und ihn schließlich wieder in seinen früheren Zustand zurückzuführen. Bei jedem Auf- und Absteigen des Körpers würde sich dann ein Überschuß der gewonnenen über die geleistete Arbeit herausstellen oder bei einem umgekehrten Kreisprozesse ein entsprechender Teil von Arbeit verloren gehen, was jedenfalls wegen der Unvergänglichkeit der Energie unmöglich ist.

Dem unveränderlichen Gewichte entspricht eine unveränderliche Masse, dem veränderlichen spezifischen Gewichte eine veränderliche Dichtigkeit. Beide, die Masse und die Dichtigkeit, bedeuten daher bei verschiedenen Körpern die Quantität der inneren Bewegung, bei einem und demselben Körper bestimmen sie das Verhalten desselben bei den Bewegungserscheinungen und den Einfluß, den er selbst auf seine Schwere ausübt.

Durch diese Erkenntnis gelangt die kinetische Naturlehre zu einem vorläufigen Abschlusse. Indem sie die Schwere auf rein mechanische Ursachen zurückführt, leistet sie das, was Cotes in seiner Vorrede zu dem berühmten Werke von Newton, »Philosophiae naturalis principia mathematica« für unausführbar erklärte.

(Schluß folgt.)

Entgegnung auf Blytt's „Bemerkungen“ u. s. w.[1]

Von

Clemens König.

Herr Prof. Blytt hat zur Rechtfertigung seiner Hypothese gegenüber meiner Kritik derselben die Behauptung aufgestellt, daß ich den Grundgedanken seiner Spekulation durchaus mißverstanden habe. Dagegen protestiere ich ganz entschieden. Als die »beiden schlimmsten Mißverständnisse« bezeichnet Herr Blytt folgende.

1. Ich gäbe an, daß seine Hypothese »auf einen gleichzeitigen Wechsel extremer Klimate für die ganze Halbkugel hinauslaufe«. Daß Herr Blytt dagegen Einspruch erhebt, freut uns ungemein; denn seine eigene Anschauung, welche wir auf Seite 294 und 295 des vor. Bandes zur klaren Darstellung gebracht, entbehrte noch der bestimmten Be-

[1] s. Kosmos 1884 I. S. 254.

grenzung. Ihm war Norwegen der Angelpunkt. Seine Freunde, wie wir nachgewiesen, haben die besagte Erweiterung geschaffen, und unser Verdienst bleibt es, die Haltlosigkeit derselben so entschieden vorgeführt zu haben, daß selbst Herr Blytt nichts davon wissen mag. Wie es gekommen, daß Herr Blytt übersehen, daß der Schwerpunkt unserer ganzen Untersuchung in der Frage liegt: Gibt es Thatsachen, welche für einen regelmäßigen Wechsel klimatischer Perioden für Norwegen sprechen? — wissen wir nicht. Wenn der geehrte Leser im vorigen Bande nachschlagen will, so wird er sich überzeugen, daß immer von Norwegen und nur nebensächlich von anderen Ländern die Rede ist. Und was stellen die beigegebenen Karten dar? — Norwegens Klima, Norwegens Höhen, Norwegens Vegetation. Auf S. 337 bis 358 vor. Bandes haben wir die geographische Lage des Landes, wie sie die Gegenwart und die jüngste geologische Vorzeit aufzufassen zwingen, untersucht und gefunden, daß auf Grund dieser Verhältnisse kein regelmäßiger Wechsel zwischen kontinentalen und insularen Perioden vorausgesetzt werden kann; als positives Resultat ergab sich, daß die Verschiebung der geographischen Verhältnisse die Annahme rechtfertigt, Norwegens Klima sei seit der Eiszeit gleichmäßiger und feuchter geworden. Auf S. 482 bis 502 und 574 bis 609 vor. Bandes war die norwegische Flora und zwar in bezug erstens auf die Lücken in der Verbreitung ihrer Arten, zweitens auf den Mangel an endemischen Arten und drittens in bezug auf den klimatischen Charakter der Spezies Gegenstand der Untersuchung. Keine dieser drei Thatsachen gab Veranlassung, einen Klimawechsel vorauszusetzen, gleichviel ob derselbe regelmäßig oder unregelmäßig sei. Vielmehr drängten Natur und Geschichte Norwegens und zwar je mehr man sie studiert, um so bestimmter, zu der einfachen, schlichten, voraussetzungslosen Erklärung hin, die Lücken in der Verbreitung der Arten teils als Hungerdistrikte für gewisse Pflanzengesellschaften, teils als im Kampf ums Dasein an kräftigere und stärkere Pflanzen verloren gegangene Areale aufzufassen u. s. w. Die arktischen Pflanzen neigen aber auch da, wo Mitbewerber um den Boden fehlen und Terrain zur Besiedelung vorhanden, zu oasenartigen Niederlassungen und blumigen Kolonien. Weder auf den Alpen, noch in Sibirien bilden sie zusammenhängende Matten. Wir erinnern nochmals an die wertvollen Forschungen Kjellmann's, der das oasenartige Auftreten der Blumenmark an der sibirischen Eismeerküste so schön geschildert hat. Hier in Sibirien sind die vorhandenen Lücken nicht durch ein feuchtes, regenreiches Klima geschaffen. Warum wird dies für Norwegen behauptet? Die Faröer, wo *Dryas* mit seinen Begleitern trefflich gedeiht, beweisen, weil sie das insularste Klima auf der ganzen Erde besitzen, daß diese Pflanzen gar nicht in besagter Weise vom Klima abhängig sind. An *Eryngium maritimum*, *Crambe maritima* etc., welche an der Westküste Norwegens zur Zeit fehlen, haben wir gezeigt, daß es falsch ist, zu sagen, sie scheuen das »ausgeprägte Küstenklima«; denn diese Arten gedeihen an der deutschen Nordseeküste und am Strande der regenreichen Bretagne vortrefflich. Folglich werden sie nicht durch klimatische Verhältnisse von der Westküste Norwegens ferngehalten. Auf das Wodurch? scheinen Orographie

und Migration befriedigend zu antworten. Pflanzen, welche weder thermisch noch hygrometrisch subtil angelegt sind, sollen geeignet sein, kleine klimatische Schwankungen zu beweisen!?

Wer sich den orographischen Aufbau Norwegens und den weitangelegten Klimacharakter der dasigen Pflanzen vergegenwärtigt und an die Worte denkt, »daß jene Artgruppen einmal unter begünstigenden klimatischen Verhältnissen über Gegenden ausgebreitet waren, aus welchen sie später und zwar durch Veränderungen des Klimas verdrängt worden sind«, der muß den klimatischen Schwankungen einen bemerkbaren Umfang zuschreiben. Herr Blytt legt jetzt dagegen Verwahrung ein; er will selbst nicht mehr von kontinentalen und insularen Klimaten gesprochen wissen. Diese Erklärung haben meine Untersuchungen errungen, und das ist sehr viel. Denn seiner Hypothese hat er die Worte an die Stirn geschrieben »wechselnde kontinentale und insulare Klimate«. Sätze wie die folgenden: »The more rare species prefer partly the continental, partly the insular regions of our country« . . . »The arctic flora has a continental character, the subarctic does not shun the coast climate, the boreal is continental, the atlantic insular, the subboreal continental and the subatlantic relatively insular« (Essay p. 29—67) . . . »Unter jeder kontinentalen Periode wanderte eine kontinentale und unter jeder Regenzeit eine insulare Flora ein« (Kosmos 1884 I. S. 257) — zumal sie häufig und meist gesperrt gedruckt wiederkehren, werden das Mißverständnis, das uns mit Unrecht aufgebürdet wird, fortbestehen lassen. Wir bitten deshalb Herrn Blytt, statt jener extremen Bezeichnungen doch klare, zutreffende Ausdrücke wählen zu wollen.

2. Das zweite angebliche Mißverständnis ist in der laxen Begriffsbestimmung von schrittweiser Wanderung begründet, ein Umstand, der zu einer Fixierung um so mehr aufforderte, als gerade von dieser Seite her, wie ich in einem Vortrage in der »Isis« bewiesen habe, vieles Grisebach nachgesagt wird, was in seinen Schriften durchaus nicht steht. Was Herr Blytt schrittweise Wanderung nennt, ist mit Ausnahme eklatanter Verbreitungsfälle einzelner Arten alles das, was die Grisebach'sche Schule schlechthin unter Wanderung versteht; dieselbe sagt: Gleichviel, auf welche Weise die Arten wandern, selbst gesetzt, daß Winde, Flüsse, Meeresströmungen, Tiere und Menschen zu ihren Trägern werden, immer gelingt die Ansiedelung in der Regel erst dann, wenn geeignete, mehr oder weniger pflanzenarme Gebiete durch kurze Wegstrecken getrennt werden. Gemäß dieser Auffassung hält es nicht schwer, die heutige Verteilung der Pflanzenwelt Norwegens zu erklären, zumal die Geologie den Beweis erbringt, daß ehemals, am Ende der Glazialzeit, die breite Nordsee auf die schmale norwegische Rinne, ihr Anfangsstadium, eingeschränkt war. Herr Blytt dagegen legt sich mit seiner Auffassung Schwierigkeiten vor, die wir hinlänglich gekennzeichnet haben. Noch jetzt läßt er gesperrt drucken (Kosmos 1884 I. S. 257): »So lange die Landverbindungen zwischen unserer Halbinsel und den andern Gegenden eine Einwanderung in größerem Maßstabe möglich machten etc.« Landverbindungen ist ein Plural; und doch, wenn wir von der Landverbindung Norwegens mit Schweden absehen, welche immer bestand, so

plaidiert die norwegische Rinne sogar für die Verneinung jedes Singulares: nach der Glazialzeit ist höchst wahrscheinlich Norwegen niemals mit Dänemark, mit Deutschland oder Britannien landfest verbunden gewesen. Damit ist auch der zweite Irrtum wohl hinlänglich aufgeklärt.

Was die anderen »wunderbaren Irrtümer«, »alten Grisebach'schen Ansichten«, »ziemlich sonderbaren Vorstellungen«, die »vielen absonderlichen Ansichten« u. s. w. anbelangt, so werde ich dieselben in einer besonderen Schrift zurückweisen. Das aber sei hier nochmals ausdrücklich hervorgehoben, daß wir die Schriften des Herrn B. eingehend studiert und stets so aufgefaßt haben, wie sie nach Wortlaut und Inhalt aufzufassen waren. Und überall haben wir nur die Sache (den regelmäßigen Wechsel, die zehn Perioden, kont. u. insul. Kl.), nie die Person des Herrn Blytt zum Angriffspunkt genommen; immer lautete unsere Frage: Gibt es in Norwegen Thatsachen, welche auf einen regelmäßigen Wechsel im Klima bestimmt hinweisen?

Daß die astronomischen Verschiebungen in der Erdbahn auf das Klima einen Einfluß ausüben, ist selbstverständlich, nur wissen wir nicht — welchen. Deshalb ist Schmick gegen Adhémar, Murphy gegen Croll u. s. w. u. s. w. Mit sehr großer Überzeugung hat Penck dargelegt, daß besagter kosmischer Einfluß sehr gering ist. Das ist das einzige wahre Körnchen, welches in Blytt's Hypothese existiert, ein Körnchen, welches mit der Flora und den Mooren seines Landes gar nichts zu thun hat und so klein ist, daß infolge der stattgehabten Verschiebung von Land und Meer es für Norwegen seit der Eiszeit gar nicht zur deutlichen Wirkung heraustreten konnte. Während Herr Blytt behauptet, daß Norwegen einen regelmäßigen Klimawechsel gehabt und gegenwärtig ein strengeres und trockeneres Klima genieße als in der letztvergangenen Zeit, zwingen die geologischen Verhältnisse, gerade am Gegenteil festzuhalten.

Zur Eiszeit, als die Nordsee mit Ausnahme der norwegischen Rinne als trockenes Land existierte und aus dem weißen Meer ein Golf durch Schweden hindurch bis Christiania reichte, hatte Norwegen kältere Winter, der Regen fiel als Schnee und die Gletscher fanden reiche Nahrung. Je weiter nun die Bildung der Nordsee vorwärts schritt, desto mehr trat ihr Einfluß hervor, desto milder ward der Winter, desto mehr zehrte die Feuchtigkeit am Eis, ein Vorgang, welcher noch wesentlich dadurch gesteigert wurde, daß Asien nach der Tertiärzeit im Norden an Land wuchs. Hierher verlegte sich seit damals der Kältepol, bis hierher dehnte sich die Zone des höchsten winterlichen Luftdruckes aus. Im Winter, wo die thermischen Unterschiede am deutlichsten hervortreten, zeigt die Luft über dem Land, gesteigert durch die hohe Ausstrahlung bei heiterem Himmel, relative Schwere, dagegen über dem wärmeren Meere, über dem die ausgebreitete Wolkendecke schützend lagert, eine bemerkbare Auflockerung. Daher finden die von Süden her wehenden äquatorialen Winde über dem Meere ein offenes, über dem Lande dagegen ein gesperrtes Bett. Je weiter aber der Polarstrom nach Osten sich verlegt, desto weiter muß der Äquatorialstrom, ein kräftiger Südwestwind, über Norwegen herübergreifen. In gleichem Sinne erzeugt der kontinentale

Sommer Asiens — Südwestwinde an Europas Küste. Diese im Sommer und Winter vorherrschenden Südwestwinde bringen den Golfstrom, bringen Sommerregen, die am Eis zehren, und Winterregen, welche weniger als ehemals zum Wachstum der Gletscher beitragen. Die Folge ist und war, daß Norwegens Gletscher langsam dahinschwanden und dadurch viele Orte und Felder feucht stellten, ohne daß eine besondere Regenzeit stattfand. Je mehr die Gletscher sich erschöpften, desto mehr Gebiete traten in einen trockenen Zustand ein. Dieser Wechsel zwischen trockenen und feuchten Zuständen z. B. an ein und demselben Moor setzt gar keine meteorologischen Perioden, keinen regelmäßigen Wechsel zwischen Klimaten verschiedener Art voraus; denn die Schwankungen innerhalb des heutigen Klimas sind zur Erklärung desselben vollständig ausreichend.

In dieser Gestalt können wir uns erklären, wie allmählich Norwegen aus dem Klima der Eiszeit heraustrat, wie es nach und nach ein gleichmäßiges und feuchtes Klima erhielt, welches endlich den gegenwärtigen Zustand herausbildete. Einen Wechsel innerhalb dieser Richtung kann man wohl vermuten und behaupten, aber zur Zeit nicht beweisen.

Zum Schluß will ich bekennen, daß ich Herrn Blytt doch zuletzt noch zu der Erklärung bringen zu können hoffe, daß seine Hypothese auf jene Verschiebung der astronomischen Elemente in der Erdbahn basiert ist und nicht auf die Naturgeschichte Norwegens, daß er zugestehe, auf Grund seiner naturgeschichtlichen Studien nicht im stande zu sein, seit der Eiszeit eine bestimmte Anzahl von gleich langen Perioden (er hat zehn angenommen) mit wissenschaftlicher Berechtigung aufzustellen.

Wissenschaftliche Rundschau.

Anthropologie.

Vorschläge zur Verbesserung des Menschengeschlechtes[1].

Francis Galton, der Verfasser des Werkes »Inquiries into Human Faculty and its Developement«, ist ein eifriger Anhänger der Entwickelungslehre. Sein Buch besteht aus einer Menge einzelner Untersuchungen über die geistigen und körperlichen Eigenschaften des Menschen und deren Entwickelung unter dem starken Einfluß der Vererbung und dem geringen der Erziehung. Unter diesen Essays befinden sich mehrere sorgfältig durchgearbeitete Abhandlungen, die übrigen machen den Eindruck unfertiger, noch in der Anlage begriffener Arbeiten. Sämtliche Artikel aber stehen, so wenig dies dem Leser auf den ersten Blick entgegentritt, in einem logischen Zusammenhang und sind dem unentwegten Bestreben entsprungen, der Welt, insonderheit aber dem englischen Volke, Anweisungen zur Hervorbringung eines besseren Geschlechtes zu geben und somit in bewußter Weise die Zwecke und Ziele der natürlichen Zuchtwahl im Bereiche der Menschheit zu fördern. Die ungeheuren Schwierigkeiten dieses Unternehmens sind dem Verfasser nicht in ihrem ganzen Umfange gegenwärtig. Es geht ihm hierin wie schon so manchem der Erzieher des Menschengeschlechtes, — zu denen er jedoch nicht gerechnet sein will, da er in erster Linie keine pädagogischen Mittel zur Vervollkommnung unserer Gattung vorschlägt, sondern die Absichten der Natur hauptsächlich, wenn auch nicht ausschließlich auf dem Wege einer zweckentsprechenden Fortpflanzung zu unterstützen denkt: er ist Enthusiast und unterschätzt die Hindernisse, die sich der Durchführung seines Systems entgegensetzen. Er bringt sich dadurch in die Gefahr, daß seine Ideen und Vorschläge von einer nüchternen Kritik mit skeptischem Lächeln bei Seite geschoben werden und so auch das Gute, das in seinem Buche ist, nicht zur Geltung kommt. Wir möchten nicht in den Fehler verfallen, Brauchbares unbeachtet zu lassen, weil es sich uns unter Unbrauchbarem darbietet. Doch wenn wir auf die Galton'sche Theorie näher eingehen, so sagen wir damit nicht, daß

[1] Inquiries into Human Faculty and its Developement by Francis Galton, F. R. S. Author of „Hereditary Genius". London. Macmillan & Co. 1883.

dieselbe uns in der vorliegenden Fassung als durchführbar erscheint. Unser Interesse für das Buch entspringt vielmehr dem Umstande, daß es seine Entstehung dem anregenden Einfluß des Darwinismus verdankt, der neben so vielen bedeutsamen, streng wissenschaftlichen Werken auch Anstoß zu manchem wunderlichen, phantastischen Buche gegeben hat.

Übrigens sagt Galton durchaus nicht, daß die Welt zu einer systematischen, konsequent durchgeführten Nutzanwendung der Evolutionstheorie reif oder das Material zur Ausarbeitung einer rationellen Züchtungsmethode genügend angesammelt sei; im Gegenteil. Doch glaubt er zuversichtlich, daß eine solche Zeit über kurz oder lang eintreten wird, und hält es für geraten, einstweilen Vorbereitungsarbeiten zu machen. Da also an eine schrittweis vor sich gehende Verbesserung noch nicht zu denken ist, so hält er mit dem Auge eines Verwalters eine vorläufige Rundschau über das Areal und faßt die Kardinalpunkte ins Auge, die beim Beginn des Werkes zunächst zu berücksichtigen sind.

Wir können diesem Gedanken, obgleich uns die Kardinalpunkte nicht an den von dem Verfasser bezeichneten Stellen, sondern ganz anderswo zu liegen scheinen, eine gewisse Genialität nicht absprechen. Und in dieser liegt der Reiz des Buches.

Daß Galton, selbst wenn er es vermöchte, das ganze Menschengeschlecht nicht nach einer Schablone zuschneiden möchte, bedarf kaum der Erwähnung. Die organische Welt besteht nicht aus einer steten Wiederholung gleichartiger Elemente, sondern aus einer endlosen Menge neuer Zusammensetzungen von Stoff und Kraft. Der moralische und intellektuelle Reichtum einer Nation beruht vornehmlich auf der unendlichen Mannigfaltigkeit der Begabung ihrer Mitglieder, und der Versuch, sie alle zu einem gemeinsamen Typus zu verschmelzen, wäre daher keine Vervollkommnung, sondern das direkte Gegenteil. Doch gibt es in jeder Rasse domestizierter Lebewesen und namentlich in der leicht sich verändernden Menschenrasse Elemente, welche, da sie teils veraltet, teils die Ergebnisse eines Rückschrittes sind, als geringwertig, überflüssig oder geradezu schädlich bezeichnet werden müssen, während andere unter allen Umständen ungemein gut und nützlich sind.

Welche menschlichen Triebe und Eigenschaften müßte man zum Wohl der Gattung ausbilden? Wir glaubten, der Verfasser würde uns hier auf die Notwendigkeit der Verfeinerung desjenigen Instinktes oder Empfindungsvermögens verweisen, das den Menschen befähigen soll, unter der unabsehbaren Reihe der Mitlebenden gerade dasjenige Wesen herauszufinden, welches seine Kraft und seinen Stoff aufs völligste ergänzt und ihn in den Stand setzt, seinen Nachkommen ein reicheres Kapital an geistigen und körperlichen Vorzügen zu übermitteln, als er selbst von seinen Vorfahren erhalten hat. Denn merkwürdiger Weise ist kaum ein einziger der menschlichen Instinkte selbst unter den kultiviertesten Rassen so unentwickelt und roh geblieben wie gerade dieser. Aber der Verfasser sagt nichts von alledem und doch würde gerade die Verschärfung dieses Sinnes für die Zukunft unseres Geschlechtes von hohem Wert sein. Wäre es möglich, den unbewußten Trieb zur ehelichen Vereinigung in allen Menschen solchergestalt zu vervollkommnen, daß jeder von ihnen

sich instinktiv zu einem Wesen gesellte, das in Wahrheit die andere Hälfte seiner Individualität genannt zu werden verdiente, die Vervollkommnung unseres Geschlechtes würde rapide Fortschritte machen. Aber wie die Sachen jetzt stehen, befinden wir uns noch auf der tiefen Stufe unserer barbarischen Vorfahren, deren Sinne nur für die Bedürfnisse der körperlichen Existenz, nicht aber für die der geistigen organisiert waren. Kein Mensch ist infolge dieses Mangels vor einer unpassenden Wahl sicher. Selbst Goethe wurde durch seine geistig und körperlich hochentwickelte, gesunde Organisation nicht vor einem bösen Mißgriff geschützt. Infolgedessen ist zum Schaden unserer ganzen Gattung der Reichtum seines Geisteslebens nicht auf seine Nachkommen übergegangen.

Dieser Mangel ist um so merkwürdiger, da mehrere andere unserer Sinne, welche ursprünglich auch nur körperlichen Bedürfnissen dienten, sich im Laufe der Zeit den geistigen gleichfalls anpaßten. Der Verfasser zeigt uns, daß unsere körperlichen Wahrnehmungswerkzeuge: Gesicht, Gehör, Tastsinn, Geruch und Geschmack von mehr oder minder gut ausgebildeten geistigen Empfindungsorganen ergänzt werden. Diese Kapitel des Buches sind ungemein interessant. Daß die sinnliche Unterscheidungskraft der Menschen verschiedengradig ist, weiß jeder; aber dennoch herrschen in betreff dieser Abstufungen bedeutsame Irrtümer. Zahlreiche Experimente haben den Verfasser zu der Erkenntnis gebracht, daß Personen mit gesundem Nervensystem feinere Sinne besitzen als die sogenannten sensitiven, nervös erregten Menschen. Männer haben in der Regel eine schärfere Wahrnehmung als Frauen, der Kulturmensch eine bessere als der Wilde. Bei Blinden ist keine Verschärfung des Gehörs oder Tastsinnes zu bemerken; ebensowenig findet man bei Seeleuten eine gesteigerte und weiter reichende Sehkraft als bei Landbewohnern. Als Durchschnittsregel ist anzunehmen, daß mit der steigenden Zivilisation des Menschen keine Abnahme, sondern vielmehr eine Verschärfung seiner Sinne eintritt. Je höher der Standpunkt einer Rasse, desto besser und zuverlässiger arbeiten ihre Wahrnehmungsorgane. Galton selbst hat auf seinen weiten Reisen vielfach Vergleichungen zwischen den Sinnen der Wilden und der Kulturmenschen angestellt. Er hat namentlich die Südafrikaner geprüft. Der Reisende Wulfrid Blunt machte in der arabischen Wüste ebenfalls zu seinem Erstaunen die Beobachtung, daß die Eingebornen in der Regel ein schlecht ausgebildetes Auge haben. Den wandernden wie den seßhaften Beduinen fehlte es außerdem an jeglichem Ortssinne. Sie mußten sich, sobald sie den Bereich eines ihnen bekannten Gebietes verließen, auf die Führung des Engländers verlassen und waren höchlich verwundert, daß sich derselbe in ihrer heimatlichen Wüste leichter und sicherer zurecht fand als sie.

Die Reisenden haben sich in vielen Fällen durch die Thatsache täuschen lassen, daß ihre wilden Begleiter bestimmte Formen und Klänge mit erstaunlicher Schnelligkeit erkannten, während sie selbst sich dieselben nicht zu deuten wußten. Doch ist es kein Zeichen von größerer Sinnesschärfe, wenn ein Kaffer, der zahllos oft aus der Ferne grasende Rinderherden beobachtete, die Eigentümlichkeit eines solchen Bildes schon

an den ersten schwachen Umrissen erkennt, während sein diesem Anblick fremder Nebenmann minder schnell einen bestimmten Begriff mit den betreffenden Linien verbindet. Zu einer ähnlichen Beobachtung führten Galton's Proben mit den Sinnesorganen blinder Personen. Er fand bei denselben weder ein geschärftes Gehör noch einen erhöhten Tastsinn; wohl aber hatten manche von ihnen sich durch geduldige Übung eine schnelle Erkenntnis der gemachten Wahrnehmungen angeeignet.

Höchst auffällig ist es, daß wir selbst über die Leistungsfähigkeit unserer Sinneswerkzeuge uns kein Urteil zu bilden oder nach einem Gradmesser zu suchen pflegen. Wir bemerken meistens eine im Laufe der Zeit eingetretene Abschwächung erst dann, wenn sie uns unbequem wird. Ja selbst das völlige Fehlen einer Fähigkeit kann uns entgehen. Es gibt bekanntlich eine Reihe von Menschen, die farbenblind sind, ohne es zu ahnen.

Galton's Essays über »die geistige Sehkraft« des Menschen sind ebenfalls ungemein lesenswert. Dieser Sinn, der sich wahrscheinlich bei allen Naturvölkern in einem Schlummerzustande befindet, tritt bei den Individuen gebildeter Rassen in den verschiedenartigsten Abstufungen und den mannigfaltigsten Formen auf. Die Fähigkeit, sich die Gestaltungen der Körperwelt, die dem leiblichen Auge entrückt sind, zu einem Bilde zusammenzustellen, das nur dem Geiste wahrnehmbar ist, äußert sich in jedem Individuum in besonderer charakteristischer Weise. Man kann wohl sagen, daß jeder Mensch seine eigene Art der Reproduzierung dieser Bilder hat, daß sich aber dennoch auch hier Familienähnlichkeiten geltend machen.

Daß die vernunftgemäße Ausbildung dieser geistigen Sehkraft von großem Nutzen für die Menschheit ist, werden wir dem Verfasser nicht bestreiten. Auch pflichten wir ihm bei, wenn er sagt: »Diese Eigenschaft ist nicht nur für Maler, Bildhauer und Dichter von Wichtigkeit, sondern auch für Gelehrte und Denker. Die besten Handwerker sind diejenigen, denen die zu machende Arbeit fertig vor der Seele steht, noch ehe sie eins ihrer Werkzeuge angerührt haben. Der Dorfschmied und der Zimmermann, welche eine außergewöhnliche Arbeit übernehmen, sind auf diese Fähigkeit in eben dem Maße angewiesen wie der Mechaniker, der Ingenieur und der Architekt. Die Jungfer, welche ein neues Kleid drapiert und besetzt, bedarf ihrer aus dem nämlichen Grunde wie der Tapezier, dem die Dekoration fürstlicher Säle aufgetragen ist, oder der Verwalter, welcher große Ländereien anlegt. Dem Strategen ist diese Eigenschaft beim Entwurf seiner Kriegspläne, dem Physiker bei der Anordnung neuer Experimente notwendig. Wo immer eine Abweichung von herkömmlichen Wegen stattfindet, wird sie in Anwendung gebracht. Unermeßlich ist das Vergnügen, das sie uns zu bereiten vermag. Viele meiner Freunde sagen mir, ihre höchste Freude sei, sich im Geiste schöne Landschaften, herrliche Kunstwerke zu vergegenwärtigen. Solche Leute haben stets eine ganze Gemäldesammlung in sich.« Diese mit der wachsenden Kultur ausgebildete Sehkraft unseres geistigen Auges, welche für alle Techniker und Künstler eine hohe praktische Bedeutung hat, wird lange nicht sorgsam genug ausgebildet. Unsere Erziehung pflegt ihr

sogar entgegenzuwirken. Das nämliche gilt auch von den geistigen Gegenstücken der anderen Sinne, von deren Vorhandensein und Eigenart uns unser Buch höchst interessante Proben gibt. Sie finden eine beachtenswerte bedenkliche Steigerung in visionären Erscheinungen.

Ein noch höheres Gewicht als auf die Unterstützung einer möglichst sicheren Vererbung gut entwickelter geistiger und körperlicher Sinneswerkzeuge legt der Verfasser auf die der Fortpflanzung der Energie. — Energie ist Arbeitskraft; sie steht im Einklang mit allen kraftvollen Tugenden und weiß dieselben zweckgemäß zu benutzen. Sie ist das Vollgewicht der Lebensfülle. Je größere Energie, desto reicheres Leben. Das Erlöschen jeglicher Energie ist der Tod. Idioten sind schwach und unentschieden.

»In jedem Plan zur Heranbildung eines besseren Geschlechtes,« heißt es in unserem Buche, »muß die Energie vor allen anderen Eigenschaften begünstigt werden. Sie ist die Basis aller Lebensäußerungen und in hohem Grade erblich übertragbar.«

Gehen wir nunmehr von den unbedingt nützlichen Eigenschaften zu den der Gattung schädlichen über, so müssen wir gestehen, daß uns die beiden Kapitel, in denen der Verfasser jenes weite Gebiet mehr gestreift als betreten hat, durchaus nicht genügen. Der Gedanke, daß diese verderblichen Triebe teils Ausartungen von gleichsam zu stark in die Saat geschossenen, ursprünglich guten oder harmlosen Eigenschaften sind oder daß sie als Überbleibsel längst vergangener Zeit ihre frühere Daseinsberechtigung nicht mehr besitzen, ist nicht scharf genug durchgeführt. In dem Abschnitt über Verbrecher spricht der Verfasser ausschließlich von Kriminalfällen, während doch diejenigen Beispiele von weit größerer Bedeutung sind, welche sich in dem Rahmen der feinen Gesellschaft abspielen, ohne jemals einer juristischen Beurteilung unterzogen zu werden. Das Studium der unter dem Deckmantel gefälliger Lebensformen sich versteckenden gattungsschädlichen Elemente ist für den Psychologen eben deshalb weit interessanter als das der Diebe und Vagabunden der unteren Stände, weil dieselben selten rein hervortreten und sehr oft den Anschein förderlicher Eigenschaften annehmen. Dem Stück Barbarismus unserer Urväter, das nicht nur in den unteren, sondern auch in den oberen Kreisen sich erhalten hat, nachzuspüren und es schonungslos aufzudecken, ist unter allen Umständen ein Verdienst. Ein gleiches Studium ist dem Irrsinn und der Epilepsie zuzuwenden, wenn wir uns auch nicht zu der Hoffnung versteigen, daß auch nur ein einziges der in diese Kategorie gehörenden Individuen sich zu gunsten einer ausschließlichen Bevölkerung der Welt mit »gesunden, moralischen, intelligenten und edelgesinnten Bürgern« zur Ehelosigkeit entschließen wird. Auch ist nicht anzunehmen, daß die Männer einer Nation im Falle einer Übervölkerung ihres Vaterlandes sich dazu verstehen werden, nur 29jährige Mädchen zum Altar zu führen. Die meisten von ihnen werden eine 20jährige Gattin vorziehen, obgleich der Verfasser ihnen ausrechnet, daß sie durch diese That die Überfüllung ihres Landes befördern. Es ist ganz interessant, zu erfahren, daß solche Familien, in denen die Töchter jung heiraten, sich bedeutend vermehren, die andern

aber stark abnehmen; doch wird diese Theorie keinen Einfluß auf die Praxis haben.

Und was für die angeführten Kapitel gilt, das bezieht sich auch auf diejenigen, welche wir nicht namhaft machen können, obwohl sich unter ihnen manch lesenswerter Essay befindet. Der Verfasser möchte seine Abhandlungen nicht als gelehrte Mitteilungen aufgefaßt sehen, sondern als nützliche Ratschläge angewandt wissen. Ob ihm dieser Wunsch erfüllt wird, muß die Zeit lehren.

Jena. A. Passow.

Zoologie.

Jugendgeschichte der Wurzelkrebse[1].

Die Jugendgeschichte der Wurzelkrebse war bisher nur wenige Tage über das Ausschlüpfen der Jungen hinaus verfolgt worden. Man wußte, daß sie das Ei als mundlose Nauplius verlassen, also mit drei Paar Gliedmaßen, von denen das vorderste einfach, die beiden hinteren zweiästig sind, und daß diese Nauplius durch zwei lange, vor dem Auge entspringende Riechfäden und zwei seitliche Stirnhörner, an deren Spitze eine Drüse mündet, zunächst denen der Rankenfüßer sich anschließen. Man wußte, daß schon nach drei bis vier Tagen die Nauplius durch eine tiefgreifende Verwandlung zu ebenfalls mundlosen muschelkrebsähnlichen Larven werden, welche im Baue ihrer Gliedmaßen sich kaum von der sogenannten Cyprisform der Rankenfüßer unterscheiden; das erste Gliedmaßenpaar ist zu eigentümlichen Haftfühlern geworden, die beiden hinteren Paare sind spurlos verschwunden, der Hinterleib hat sechs Paare zweiästiger Schwimmbeine erhalten. Damit hört unsere Kenntnis der Jugendgeschichte der Wurzelkrebse auf; zwischen diesen winzigen, flinken Schwimmern und den fertigen Wurzelkrebsen, die als mund- und gliedmaßenlose, wurst-, sack- oder scheibenförmige Auswüchse fast regungslos am Hinterleibe von Krabben, Porzellanen und Einsiedlerkrebsen sitzen und sich durch wurzelartig im Innern des Wirtes verzweigte, geschlossene Röhren ernähren, klaffte eine weite Lücke„ welche nun endlich durch die erfolgreichen Bemühungen des Herrn Yves Delage ausgefüllt worden ist. Derselbe untersuchte im zoologischen Laboratorium zu Roscoff die an dem kleinen Taschenkrebse *(Carcinus Maenas)* vorkommende *Sacculina Carcini.* Die überaus merkwürdigen, zum Teil höchst überraschenden Ergebnisse seiner Untersuchungen liegen bis jetzt nur in kurzen Berichten an die Pariser Akademie vor, die mir durch des Herrn Verfassers Güte zugänglich wurden und denen ich das folgende entnehme.

Die muschelförmigen Larven oder die »Cypris«, wie sie Yves Delage kurz bezeichnet, beginnen nach mindestens drei Tagen freien

[1] Yves Delage, Sur la Sacculine interne, nouveau stade du développement de la *Sacculina Carcini,* und: Sur l'embryogénie de la *Sacculina Carcini,* Crustacé endoparasite de l'ordre des Kentrogonides. — In den Comptes rendus der Pariser Akademie vom 5. Novbr. und 19. Novbr. 1883.

Umherschwimmens sich festzusetzen und zwar geschieht dies stets im Dunkeln; übrigens können sie 14 Tage und mehr frei leben, ohne sich bedeutend zu verändern. Sie heften sich mit einem ihrer Fühler an eine junge, 2 bis 12 mm lange Krabbe, und zwar stets am Grunde eines Haares an irgend einer Stelle des Leibes. Es beginnt dann, ausgenommen an der Anheftungsstelle des Fühlers, die oberflächliche Zellenschicht des Leibes sich von der Chitinschicht zu lösen und zurückzuziehen; die Schwimmbeine werden stark nach vorn gezogen und reißen in einem Stücke los: durch den so entstehenden Riß tritt langsam ein großer Teil des Leibesinhaltes aus. Die Wunde schließt sich wieder, eine neue Chitinhaut bildet sich, die Cyprishaut mit den ausgestoßenen Teilen fällt ab und es bleibt, durch einen der Fühler an ein Haar der Krabbe befestigt, ein längliches Säckchen, dessen Wand aus der Hautschicht der »Cypris«, dessen Inhalt fast ausschließlich aus einem kugligen Häufchen kleiner Zellen besteht, welches sich schon im Innern des Nauplius bemerklich macht und von Delage als Kern (nucleus) bezeichnet wird. Bald bildet sich am Fühlerende der neuen Larve eine steife Spitze, die rasch wächst und nach drei Tagen als hohler Stachel erscheint, der einerseits mit dem Rande einer weitklaffenden trichterförmigen Öffnung in die Chitinhülle der Larve übergeht, während anderseits die (der Kanüle einer Pravazspritze ähnliche) Spitze in den festgehefteten Fühler ein und bald bis zur Haut der Krabbe vordringt. Endlich durchbohrt der Stachel die weiche, den Ansatz des Haares umgebende Haut und dringt oft bis über die Hälfte seiner Länge in das Gewebe der Krabbe ein. Durch diesen trichterförmigen Stachel[1] bewegt sich nun der gesamte zellige Inhalt des ihm anhängenden Sackes ins Innere des Wirtes und durch ein nach einer bestimmten Richtung hin stärkeres Wachstum gelangt die junge *Sacculina* an die Stelle, wo sie ihre Entwickelung vollendet, nämlich an die vordere (der Bauchseite zugewendete) Fläche des Darmes. Von der Haut der hier angelangten jungen »inneren Sacculinen«, wie Y. Delage diese bisher unbekannte Entwickelungsstufe nennt, sieht man einen ziemlich dicken Fortsatz ausgehen, der sich im Leibe der Krabbe verliert und offenbar den Weg verrät, den der Schmarotzer zur Erreichung seines bleibenden Sitzes durchmessen hat.

Die jüngsten inneren Sacculinen, die Y. Delage antraf, bestanden aus einem flachen häutigen Sacke, der sich zwischen Darm und Bauchwand des Hinterleibes in der Leibeshöhle der Krabbe ausbreitet. Von seiner ganzen Oberfläche, namentlich aber von dem unregelmäßig gebuchteten Rande gehen schon jetzt Röhren aus, die weithin die Krabbe durchziehen. Die von dünner Chitinschicht überzogene Wand des Sackes besteht aus großen, großkernigen Zellen, die sich in die Röhren fortsetzen. Das Innere des Sackes enthält eine Art schwammigen Bindegewebes aus sternförmigen Zellen. Etwa in der Mitte verdickt sich der Sack plötzlich und bildet eine auf der äußeren Seite vorspringende Ge-

[1] Nach diesem Stachel (*κέντρον*) der jungen Brut (*γόνος*) gibt Y. Delage den Wurzelkrebsen den Namen „Kentrogoniden".

schwulst, in welcher inmitten des schwammigen Gewebes der Kern, d. h. das schon erwähnte kuglige Häufchen kleiner Zellen liegt; diese Zellen sind so angeordnet, daß ein mittlerer Zellenhaufen durch einen schmalen Zwischenraum von einer umhüllenden Schicht getrennt ist. Die ganze *Sacculina* hat jetzt kaum $^1/_3$ mm, ihr Kern kaum 0,05 mm Durchmesser und doch sind schon alle Teile der erwachsenen *Sacculina* vertreten. Der Sack mit seinem schwammigen Gewebe bildet den im Innern der Krabbe verbleibenden Teil (Y. D.'s »membrane basilaire«), der Kern wird zur äußeren *Sacculina* und zwar die Außenschicht zum Sack, der innere Zellenhaufen zur Eingeweidemasse (Eierstock und Hoden). Bevor die Ausbildung dieser Teile vollendet ist, entstehen in dem zwischen Kern und Haut liegenden schwammigen Gewebe zwei aneinanderliegende zellige Wände, die quer zur Längsachse der Krabbe gestellt sind und zwischen sich eine Chitinplatte abscheiden; diese Platte spaltet sich und durch den Spalt tritt der Kern aus der Geschwulst, die ihn umschloß, nach außen und ist nun zwischen der Haut der inneren *Sacculina* und der Bauchwand der Krabbe gelegen. Letzterer rückt er, wachsend, immer näher, bringt sie durch Druck zum örtlichen Absterben und Schwinden, sprengt sie endlich, wenn er die Größe von 2,5 bis 3 mm erreicht hat und erscheint nun als äußere *Sacculina*. Aus der Haut der Larve geht also der im Innern der Krabbe verbleibende Teil des Schmarotzers hervor; was man von außen sieht, ist ein die Geschlechtsstoffe erzeugender Kern (»noyau génital«), der sich zur Fortpflanzung der Art, seine eigene Haut und die des Wirtes durchbrechend, einen Weg nach außen gebahnt hat.

Zur Zeit, wo die *Sacculina* außen erscheint, ist die Öffnung ihrer Bruthöhle (»cloaque« Y. D.) durch ein Chitinhäutchen völlig geschlossen. Dasselbe reißt bald und nun kommen junge »Cypris« und heften sich mit ihren Fühlern an den Rand der Öffnung. Alle jungen Sacculinen haben »Cypris« am Rande der Bruthöhlenöffnung sitzen, selten nur eine, gewöhnlich 2 bis 5, ja bisweilen bis 12! Offenbar sind diese »Cypris« Hilfsmännchen der zwittrigen *Sacculina*, die auch darin ihre Verwandtschaft mit den Rankenfüßern kundgibt, bei welchen solche Hilfsmännchen (»complemental males«) mehrfach durch Darwin nachgewiesen worden sind.

Soweit die schönen Entdeckungen Yves Delage's, die zum Teil so nahe liegen, daß es für frühere Beobachter der Wurzelkrebse etwas Beschämendes hat, sie nicht gemacht zu haben. Wer, wie ich seinerzeit gethan, volle dreitausend Einsiedlerkrebse einer kleinen, viel von Wurzelkrebsen geplagten Art nach Jugendformen dieser Schmarotzer abgesucht und dabei schon die jüngsten ganz den Erwachsenen ähnlich, wohlbewurzelt und mit den leeren Häuten von Männchen besetzt gefunden hat, der hätte sich doch wohl sagen müssen: da man außen am Wirte nie Wurzelkrebse unter einer bestimmten Größe antrifft (bei dem 5 bis 6 mm langen *Peltogaster socialis* kaum unter 1,5 mm, bei *Sacculina Carcini* nach Y. Delage nicht unter 3 mm), so können die früheren, noch unbekannten Entwickelungsstufen von der 0,2 mm langen »Cypris« an bis zur Begattungsreife offenbar nur im Innern des Wirtes durchlaufen werden. Diese so einfache Erwägung hätte sofort zur Entdeckung der »inneren *Sacculina*« geführt. Hoffen wir, daß Herr Yves Delage, welcher

hier der Columbus gewesen, der das Ei auf die Spitze zu stellen gewußt, mit gleichem Geschick und Glück die im Lebensgange der Wurzelkrebse noch bleibenden Rätsel recht bald löse. Unter diesen steht wohl obenan die Frage nach der Bedeutung und dem Verbleibe der Hilfsmännchen. Diese Hilfsmännchen, deren leere Haut schon Liljeborg gesehen, aber für die des Tieres, dem sie aufsaß, genommen hatte, werden nach Y. Delage's und meinen Erfahrungen immer nur an den allerjüngsten »äußeren Sacculinen« angetroffen. Findet aber jetzt wirklich schon eine Befruchtung durch dieselben statt? Kommt die Kreuzung mit fremdem Blute, in der doch wohl vornehmlich die Bedeutung der Hilfsmännchen besteht, nur den Eiern der ersten Brut zu gute, während bei allen folgenden Eiablagen nur Selbstbefruchtung der zwittrigen Wurzelkrebse stattfindet? Oder ergießen sich die Hilfsmännchen aus ihrer Cyprishaut in ähnlicher Weise in das Zwittertier wie dieses ins Innere des Wirtes? Leben sie hier schmarotzerartig fort wie die Hilfsmännchen der Rankenfüßer, um bei jeder Eiablage einem Teile der Eier die Vorteile der Kreuzbefruchtung zu teil werden zu lassen? — Letzteres ist mir — schon seit zwanzig Jahren — wahrscheinlicher und ich möchte jetzt in einem Balken, den ich zwischen der Haut des Männchens und dem Leibe des jungen *Peltogaster* ausgestreckt sah[1] und nicht zu deuten wußte, den Stachel vermuten, durch welchen der lebende Inhalt der Cyprisschale in den *Peltogaster* einwanderte. Fritz Müller.

Zur Entwickelungsgeschichte der Echinodermen.

Seit dem Ende der Vierziger Jahre, als Johannes Müller seine klassischen Untersuchungen »Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen« zu veröffentlichen begonnen hatte, ist der Entwickelung dieser eigenartigen Tiere stets die rege Aufmerksamkeit der Zoologen zugewendet geblieben, und es lag nur an der unübersteiglich erscheinenden Schwierigkeit, ihre einem freien pelagischen Leben angepaßten Larven auch nur für kurze Zeit zum Zwecke der Beobachtung lebendig zu erhalten, wenn die Forschung lange Jahre kaum über den Standpunkt des erstgenannten Meisters hinauskam. Nachdem aber Al. Agassiz 1864 die Entstehung des Wassergefäßsystems und der Leibeshöhle aus Urdarmdivertikeln entdeckt, Wyville Thomson 1865 den Crinoiden *Comatula* (*Antedon*) von der freischwimmenden Larve durch das festsitzende *Pentacrinus*-Stadium hindurch bis zum fertigen, abermals freibeweglichen Zustand verfolgt und nachdem man überhaupt den Furchungsvorgang bei wirbellosen Tieren von den ersten Veränderungen des Eies an genau zu untersuchen angefangen hatte, kam auch in die Entwickelungsgeschichte der Echinodermen wieder mehr Leben. Die siebziger Jahre beschenkten uns mit einer Fülle der wichtigsten Aufschlüsse. Es genügt, daran zu erinnern,

[1] Archiv für Naturgeschichte, Bd. XXIX (1863), Taf. III, Fig. 6.

daß es das Ei eines Seeigels war, an welchem zum erstenmal im Tierreiche O. Hertwig 1876 das Geheimnis der Befruchtung zu entschleiern vermochte, indem er das Eindringen des Spermatozoons in das Ei und seine Verschmelzung mit dem weiblichen Vorkern zur Bildung des »Eikerns« verfolgte, und im übrigen brauchen wir bloß die Namen Selenka, Götte, Greeff und Ludwig zu nennen, um dem Leser eine Reihe der bedeutsamsten Aufklärungen über Morphologie, Histologie, Organanlage etc. der Echinodermen ins Gedächtnis zurückzurufen. Aus der neuesten Zeit sind Arbeiten von Metschnikoff und Hatschek, ganz besonders aber zwei höchst gründliche und erfolgreiche Untersuchungen von H. Ludwig[1] und E. Selenka[2] zu verzeichnen; auf diese wollen wir hier etwas näher eingehen. Erstere war durch ein Preisausschreiben der Göttinger Societät der Wissenschaften veranlaßt, welches eine Untersuchung besonders darüber wünschte, wie »das Tier aus der Larvenform bis zur völligen Anlage sämtlicher Organsysteme erwächst«; sie behandelt daher vorzugsweise diese Seite des Gegenstandes, während die letztere anderseits fast ausschließlich auf die Furchung und die Anlage der Keimblätter sich beschränkt. Hinwiederum gewinnt jene ihre Resultate zunächst nur an einer Form, dem Seestern *Asterina gibbosa*, diese dagegen bezieht sich auf Holothurien, Echiniden und Ophiuriden. So ergänzen sich beide wechselseitig in erfreulichster Weise. Wir werden uns im folgenden naturgemäß zuerst hauptsächlich an die Arbeit von Selenka halten, für die Organentwickelung dagegen uns vorzüglich auf Ludwig stützen.

Die größte Regelmäßigkeit der Furchung unter allen Echinodermen, ja soweit bekannt sogar unter allen Tieren, zeigt das Ei von *Synapta digitata*. Eine Hauptaxe ist vor Beginn derselben nicht zu unterscheiden, ebensowenig eine Differenz zwischen Bildungs- und Nahrungspol. Das ändert sich jedoch schon beim Auftreten der ersten Furchungsrinne insofern, als dieselbe von dem einen Pole her (dem animalen) etwas rascher einschneidet als vom entgegengesetzten und als die beiden Segmente nicht genau ellipsoidisch, sondern etwas eiförmig mit nach oben gerichteter Spitze sind. Im übrigen verläuft die Furchung vollkommen regulär: 9 mal hintereinander halbieren sich sämtliche Zellen, so daß nach einander 2, 4, 8, 16 u. s. w. und zuletzt 512 Zellen gefunden werden; damit ist die eigentliche Furchung abgeschlossen, denn nach einer längeren Pause beginnt die Zellvermehrung ganz lokal am vegetativen Pole wieder, um den Urdarm zu bilden, ein Vorgang, der bereits zur Gastrulation zu rechnen ist.

Die Anordnung der Furchungsebenen brauchen wir nicht im einzelnen zu schildern, dagegen ist hervorzuheben, daß die Teilungsprodukte nur in der Nähe des Äquators des Eies zu regelmäßigen Kränzen gruppiert bleiben, gegen die Pole hin aber sich mehr und mehr ver-

[1] Entwickelungsgeschichte der *Asterina gibbosa* Forbes, in Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie XXXVII. Band 1882, 98 S. 8°, mit 8 Tafeln und 12 Holzschnitten.

[2] Die Keimblätter der Echinodermen. Mit 6 Tafeln in Farbendruck. Wiesbaden, Kreidel's Verlag, 1883. 34 Seiten gr. 4°. (Zweites Heft von: Studien über Entwickelungsgeschichte der Tiere von Dr. Emil Selenka.)

schieben, neue engere Kränze bilden und so endlich den Verschluß der an den Polen längere Zeit sich erhaltenden Öffnungen bewerkstelligen. Dadurch wird das Ei zu einer runden oder schwach verlängerten Blastula mit weiter Furchungshöhle. — Jede einzelne Zelle nimmt bei Beginn einer neuen Furchungsphase (von außen gesehen) Nierenform an, indem die Furchungsrinne zuerst von der peripherischen Fläche aus einschneidet; dann zerfällt sie in ihre beiden Tochterzellen, die zunächst, gleichsam in tonischem Zustande, genau kugelig oder ellipsoidisch bleiben und sich mit ihren Nachbarinnen nur in Punkten berühren, so daß man durch die weiten Lücken zwischen ihnen in die Furchungshöhle hineinsehen kann. Nach einigen Minuten aber läßt dieser Tonus nach, die erschlaffenden Zellen legen sich mit breiten Flächen aneinander und werden unregelmäßig polygonal, und der Gesamtumriß des Eies erscheint, so lange der Kollaps andauert, ziemlich glatt.

Von den bei Echiniden (*Strongylocentrotus lividus, Sphaerechinus granularis* und *Echinus microtuberculatus*) beobachteten Besonderheiten verdienen folgende erwähnt zu werden. Bei *Str. lividus* ist die Eiaxe schon am unreifen Ei dadurch ausgeprägt, dass nur die eine, dem späteren vegetativen Pol entsprechende Hälfte schwach pigmentiert ist. Diese Axe fällt mit der Längsaxe der Gastrula zusammen. Die Furchung verläuft, obwohl die ersten zwei und ebenso noch die ersten vier Blastomeren gleich groß sind, von da an doch ziemlich unregelmäßig; auch bleiben die rings um den animalen Pol gelegenen beiden kleinen Zellenkreise nach den ersten 4—5 Furchungsphasen für längere Zeit von der Weiterfurchung ausgeschlossen. In der etwas größeren hinteren Hälfte des Eies zeigt sich schon, wenn sie erst aus 8 Zellen besteht, eine entschiedene Lateralsymmetrie, die wahrscheinlich mit derjenigen der Larve zusammenfällt: nur 4 rundliche Zellen umgeben den vegetativen Pol, die 4 andern sind paarweise als schmale Keile nach rechts und links gedrängt; doch wird diese frühzeitige Ausprägung der Hauptebenen des Körpers später durch unregelmäßige Verschiebung der lebhaft sich vermehrenden Zellen fast völlig wieder verwischt. Gegen Ende der Furchung, welche mit ungefähr 300 Zellen abschließt, gleicht sich sogar der Größenunterschied der kleinen Scheitelzellen am animalen Pole aus.

Die nicht ganz vollständigen Beobachtungen an Ophiuriden (*Ophioglypha lacertosa* und *Ophiothrix dopecurus*) lassen einen Umstand deutlich hervortreten, der wohl bei allen Echinodermen wirksam ist, aber nirgends so auffällig zu werden scheint. Das Ei ist nämlich vor der Befruchtung von einem dicken Gallertmantel (Zona pellucida) umgeben; gleich nach der Befruchtung aber tritt zwischen beiden eine vom Ei ausgeschiedene helle Protoplasmaschicht auf, die sich bald oberflächlich mit einer Dotterhaut bekleidet und unter gleichzeitigem Schwund des Gallertmantels bis zu dessen Umfang heranwächst. Im Laufe der Furchung nun bleibt zwar ein Teil dieser Protoplasmaschicht peripherisch liegen, ein anderer Teil aber umfließt bei jeder neuen Furchungsphase die Tochterzellen vollständig, gelangt auf diese Weise schließlich in die Furchungshöhle und bildet hier den ‚Gallertkern' Hensen's«, dessen zähflüssige Beschaffenheit später den Mesenchymzellen ermöglicht, mit

verästelten Fortsätzen darin herumzukriechen. Aber noch eine andere Bedeutung scheint diese Protoplasmaschicht zu haben. Einmal nämlich bedingt sie, daß die Furchungszellen jeweils nach erfolgtem Kollaps nicht mit gerundeten Flächen unmittelbar zusammenstoßen, sondern in dem sie trennenden Protoplasma gleichsam suspendiert bleiben und mit höckerigen geraden Flächen gegeneinander sehen, als ob sie soeben mit schartigem Messer auseinander geschnitten worden wären; und zweitens mag sie wohl durch ihre Zähigkeit die höchst eigentümliche Abweichung veranlassen, daß die Teilungsprodukte jedes der ersten beiden Segmente nicht neben einander, sondern kreuzweise einander gegenüber zu liegen kommen, so als ob sich das eine Segment vor der Teilung um 90^0 gedreht und seine Hälften dann sich zwischen diejenigen des andern eingekeilt hätten, welcher Vorgang jedoch ganz allmählich während der Teilung stattfindet und augenscheinlich darauf beruht, daß der zähe Protoplasmamantel die Furchungskugeln auf möglichst engen Raum zusammendrängt. Dadurch erhält aber auch die von jetzt an bleibende Längsaxe des Eies eine bedeutende Neigung zur früheren. Eigentümlich ist, daß dann doch gegen Ende der Furchung die noch allseitig von jenem Protoplasma umhüllten Segmente im stande sind, durch dasselbe hindurch Ausläufer zu treiben, welche als schwingende Cilien oberflächlich hervortreten.

Hier schließen sich Ludwig's Beobachtungen an *Asterina gibbosa* an, welche darthun, daß die Furchung der Seesterne im wesentlichen genau so verläuft wie die der Ophiuriden und daß namentlich die eben beschriebene kreuzweise Lagerung der 4 ersten Zellen auch hier wiederkehrt, und offenbar aus demselben Grunde. Ludwig freilich erklärt die Substanz, welche zuletzt die Furchungshöhle erfüllt und welche (nach Selenka) von dem anfangs oberflächlich gelegenen zähen Protoplasma abstammt, für eine Flüssigkeit, der man keinesfalls eine gallertige Konsistenz zuschreiben dürfe; doch scheinen uns in diesem Punkte die eingehenderen Untersuchungen Selenka's mehr Beachtung zu verdienen.

Das Mesenchym. Schon längst ist bekannt, daß sich bei Beginn der Gastrulation des Echinoderms verästelte Wanderzellen von der Innenseite insbesondere jener Partie der Blastula abschnüren, welche sich zu gleicher Zeit oder bald darauf zur Bildung des Hypoblasts einstülpt — Wanderzellen, die unter lebhafter Vermehrung die Furchungshöhle durchsetzen und das Bindegewebe, die Stützgebilde und einen Teil der Muskulatur der Larve liefern. Ob auch von der übrigen Innenfläche der Blastula solche Zellen hervorknospen oder ob dieselben sämtlich von zwei am vegetativen Pol gelegenen lateral-symmetrischen Bildungsherden abstammen, wie Selenka schon 1879 für die Echiniden behauptet hatte, blieb noch unentschieden. Jetzt vermag er nicht bloß diese Angabe, sondern auch die 1880 von Hatschek gemachte Entdeckung zu bestätigen, daß die gesamten Wanderzellen auf zwei »Urzellen des Mesenchyms« zurückzuführen sind. Dieselben werden sichtbar, nachdem mit Abschluß der Furchung die Zellvermehrung für einige Zeit stillgestanden und das Blastoderm gegen den animalen Pol hin sich etwas verdünnt, gegen den vegetativen sich etwas verdickt sowie eine gleichförmige Bewimperung

erhalten hat: nun entsteht nämlich genau am unteren Pol eine trichterartige Einsenkung von der Furchungshöhle her in die Dicke der Blastodermwand hinein, indem eben einfach zwei rechts und links von der Medianebene gelegene Zellen sich verkürzen und verdicken. Diese vermehren sich rasch, jedoch nur in einer Richtung, so nämlich, daß zwei wieder beiderseits der Mediane verlaufende, aus drei, vier und endlich fünf Paaren solcher Zellen bestehende Mesenchymstreifen in das Blastoderm eingeschoben erscheinen. Kurze Zeit darauf aber beginnt eine regellose Vermehrung derselben und sie rücken wie es scheint sämtlich ins Innere hinein, während die benachbarten Blastodermzellen von beiden Seiten her nachdrängen und die Lücke sofort verschließen. Diese Angaben stützen sich zunächst nur auf das Verhalten mehrerer Echiniden, ganz gleich ist aber auch das der Ophiuriden, während die Holothuriden eine bedeutende Verspätung der Mesenchymanlage zeigen: erst wenn der Urdarm vollständig eingestülpt ist, erscheinen auf seinem oberen blinden Ende zwei vorspringende Zellen, welche sich bald davon ablösen und wohl erst mehrere Stunden später sich zu vermehren beginnen.

Was die histologische Differenzierung dieser Mesenchymzellen betrifft, so vermag Selenka seine früheren Mitteilungen über Echiniden jetzt auch an Holothuriden durchaus zu bestätigen: sie bilden zweierlei Gewebe, nämlich 1) das Bindegewebe nebst skeletogenen Zellen und 2) von Muskulatur bloß den Ringmuskelbeleg des Vorderdarms. Letzteres geschieht, indem solche amöboide Zellen durch ihre pseudopodienartigen Ausläufer mit dem Vorderdarm in Kontakt treten, seiner Außenwand sich fest anlegen und rechtwinkelig zu seiner Längsachse zu einer (geschlossenen?) Ringfaser auswachsen, deren Kern peripherisch liegen bleibt. Vereinzelte Zellen spannen sich zwischen Ektoderm und Larvendarm, Steinkanal etc. aus und fungieren als provisorische Suspensorien und Muskeln dieser Organe. Weitaus die Mehrzahl aber wird zur Bindesubstanz: teils legen sie sich dem Ektoderm von innen an und liefern die Cutis, teils treten sie rechts und links vom Enddarm zu zwei, dann drei Zellgruppen zusammen, welche als Bildungsherde der Kalkkugeln und -Rädchen dienen, teils endlich wird der Steinkanal ringartig von ihnen umwachsen und sein Kalkskelett abgelagert; später werden auch die Tentakelanlagen des Wassergefäßsystems von einer einschichtigen Lage solcher Zellen überzogen.

Der einfacheren Darstellung halber berücksichtigen wir auch im folgenden zunächst nur die Selenka'sche Arbeit, um später im Zusammenhang auf diejenige Ludwig's zurückzukommen. — In betreff der Entstehung des Wassergefäßsystems und der Leibeshöhlensäcke — »Vasoperitonealblase« oder Vasocoelomsack (noch besser »Hydrocoel« nach Ludwig) und »Peritonealblasen« oder Coelomsäcke — aus Divertikeln des Urdarms dürfen wir die wichtigsten Punkte als bekannt voraussetzen; von besonderem Interesse sind hier die Angaben über das histologische Verhalten jedes einzelnen Abschnitts dieser Organe bei *Synapta*. Am Wassergefäßsystem erhält sich allgemein ein innerer Belag von je nach dem Kontraktionszustand abgeplattet oder cylindrisch erscheinenden Epithelzellen, von denen einzelne auch später noch mit

Flimmern bedeckt sind. Dieselben Epithelzellen scheinen aber außerdem in allen dem Hydrocoel entstammenden Gebilden einen äußeren Belag von kontraktilen Längsfasern zu bilden; nur am Ringkanal selbst ist ein solcher nicht zu erkennen und an der Polischen Blase wird er vielleicht zur Ringmuskulatur. Auf welche Weise die Muskelfibrillen abgeschieden werden, ist leider nicht festgestellt, dazu hätte es mühselig herzustellender Isolierungspräparate bedurft; immerhin aber kann kein Zweifel daran aufkommen, daß die Fibrillen wirklich ein Produkt der Epithelwand des Wassergefäßsystems sind und nicht etwa, wie Selenka selbst früher glaubte, vom Mesenchym abstammen. Zuerst zeigen sich dieselben auf den Tentakelauswüchsen des Hydrocoels, welche schon zu einer Zeit, wo der spätere Ringkanal erst Halbkreisform besitzt, Bewegungen auszuführen beginnen; bedeutend später wird ein äußerer Belag von Längsfasern auch auf den 5 Ambulakralkanälen sichtbar, die bereits ihr Lumen verloren haben und daher gewissermaßen nur noch als Brutstätten für die hauptsächlich auf ihrer Außenseite sich entwickelnden Längsmuskelbänder dienen.

Eine ähnliche Differenzierung erleiden die beiden Coelomsäcke, jedoch erst nachdem sie zu einem Hohlraum zusammengeflossen sind, der sich bedeutend erweitert und überall zwischen die vorhandenen Organe eindringt: das Epithel persistiert als Coelomepithel, das peripherisch einen Belag von Muskelfibrillen abscheidet; diese sind aber hier nicht Längs-, sondern Ringmuskeln und schließen auch nicht so dicht zusammen. So liefert das äußere Blatt des Sackes die Ringmuskulatur der Körperwand, das innere diejenige des Darms. Noch lange erhält sich übrigens zwischen der Ringmuskelschicht und der Cutis ein spaltförmiger Hohlraum als Rest der Furchungshöhle, durchsetzt von einzelnen sternförmigen Mesenchymzellen und skeletogenen Zellgruppen.

Das Nervensystem von *Synapta* entsteht als reine Ektodermbildung auf höchst eigenartige Weise. Schon frühzeitig, beim Übergang der Larve in das sogenannte »Puppenstadium«, verdickt sich das Ektoderm in der Umgebung des Mundes und stellt den »Mundschild« dar, auf welchem 5 buckelartige Erhöhungen als Vorläufer der Tentakel hervortreten. Dann wird diese gesamte Anlage nebst angrenzendem Ektoderm in den Vorderdarm hineingestülpt, welcher sich in Form einer engen Röhre darüber zusammenschließt. Dabei kommen die genannten Erhöhungen über die Spitzen der vom Ringkanal des Wassergefäßsystems hervorgewachsenen Tentakelröhren zu liegen und werden durch diese in Schlauchform vorgedrängt; zwischen den 5 Tentakeln aber wachsen aus dem innersten Bezirk des Mundschildes, der als »Mundwulst« unterschieden werden kann, 5 solide, bald löffelartig sich verflachende Knospen hervor, welche den Ambulakralkanälen aufgelagert zwischen Cutis und Ringfaserschicht des Coeloms nach hinten eindringen. Das sind die 5 Nervenstämme, welche wir also wohl *potentia* als blindsackartige Einstülpungen des Ektoderms auffassen müssen, die nur schon längst ihr Lumen eingebüßt haben. Der Nervenring um den Mund geht unzweifelhaft aus dem »Mundwulst« unmittelbar hervor.

Die Bemerkungen über Mund und After von *Synapta*, welche trotz

mehrfacher Lageveränderungen von der Larve direkt auf das fertige Tier übergehen, sowie die Auseinandersetzung mit Metschnikoff über die Entwickelung von *Cucumaria Planci* lassen wir unerörtert und heben nur aus den Schlußfolgerungen noch folgendes hervor: 1) Die Furchung des Echinodermeneies ist nach dem obigen im allgemeinen als aequal zu bezeichnen, und zwar kann man die der *Synapta* (und wohl aller Holothurien) als regulär, die der Ophiuriden (und Asteriden) als pseudoregulär, die der Echiniden als aequal mit polarer Differenzierung unterscheiden. Der Satz, daß die Besonderheiten der Furchung keinerlei Anhalt zum Aufsuchen der natürlichen Verwandtschaften gewähren, bestätigt sich auch hier durchaus, indem ja die weit abweichenden Holothurien den denkbar regelmäßigsten Verlauf des Prozesses zeigen, während er bei den entschieden ursprünglicheren Asteriden und Ophiuriden bedeutend abgeändert ist. 2) Über die morphologische Bedeutung der Mesenchymzellen einer- und der Urdarmdivertikel anderseits, die man gewöhnlich als Mesoblast unter einem gemeinsamen Begriff zusammenfaßt, läßt sich noch nichts Bestimmtes sagen. Stellen jene die ursprüngliche, diese eine später erworbene Bildung des »mittleren Keimblattes« dar oder umgekehrt? Oder sind die Mesenchymzellen gar nur modifizierte, vorzeitig abgelöste Teile der Urdarmdivertikel? Für jede dieser Annahmen lassen sich gute Gründe beibringen; Selenka scheint am ehesten zur ersten derselben zu neigen. Jedoch offenbar hauptsächlich nur deshalb, weil er von der Voraussetzung beherrscht ist, die Echinodermen stammten höchst wahrscheinlich von höheren Würmern oder wenigstens von wurmähnlichen Geschöpfen ab und die zwei »Urzellen des Mesenchyms« und die daraus hervorgehenden paarigen Mesenchymstreifen müßten daher auch den gleichnamigen Gebilden, die bei so vielen Würmern nachgewiesen worden sind, homolog sein. Wir können hier nicht auf eine Diskussion dieser weitschichtigen Frage eingehen und bemerken nur, daß uns die letztere Voraussetzung keineswegs zwingend erscheint. Läßt man aber einmal die Möglichkeit gelten, daß die Echinodermen auch aus einfacheren, noch coelenteratenartigen Vorfahren hervorgegangen sein könnten, so gesellt sich zu den drei oben genannten Annahmen gleich noch eine vierte: Mesenchym und Urdarmdivertikel der Echinodermen wären vielleicht neben einander aus primitiven Zuständen, wo die beiden typischen Gestaltungsweisen des »mittleren Keimblattes« noch nicht streng differenziert waren, ererbt und entsprechend den neuen Bedürfnissen eigenartig umgebildet worden. Damit würde auch die bedenkliche Zwangslage, in welche Selenka durch seine Auffassung gedrängt wird, vermieden, daß er nämlich die Urdarmdivertikel, die so frühzeitig eine bedeutungsvolle Rolle spielen und so unverkennbar auf das Verhalten der Enterocoelier hinweisen, für ganz neue Erwerbungen des Echinoderms erklären muß. Die Besprechung der Ludwig'schen Arbeit wird uns Gelegenheit geben, weiter unten nochmals mit einigen Worten auf diesen Punkt zurückzukommen.

(Schluß folgt.)

Über pelagische Insekten.

Wenn wir bedenken, daß das Meer ohne Zweifel die Geburtsstätte des organischen Lebens ist, und wenn wir sehen, daß die großen Abteilungen des Tierreichs in reichstem Maße im Ozean ihre Vertreter aufzuweisen haben, so kann es uns wohl einigermaßen in Verwunderung setzen, daß eine Tierklasse, welche auf dem Lande eine ganz hervorragende, fast kann man sagen dominierende Stellung einnimmt, im Meere nur ganz wenige Vertreter hat. Wir meinen die Klasse der Insekten. Es ist wunderbar, daß gerade diese Tiere, die an Anpassungsfähigkeit doch wohl alle anderen Tiere weit übertreffen, sich nicht auch den Ozean erobert haben. In der That ist die Armut des Ozeans an Insekten so groß, daß die Kenntnis dieser Tiere kaum über die engen Fachkreise hinausgedrungen sein dürfte und daß wohl jeder Nichtfachmann, dem auf offenem Meere diese Insekten begegnen, dieselben für Landbewohner halten wird, die durch einen starken Wind weit verschlagen wurden. Beobachtet man freilich die Tierchen genauer, so wird man bald diesen Irrtum einsehen und bemerken, daß sie an den Aufenthalt im Meere vortrefflich angepaßt sind.

Alle echt pelagischen Insekten gehören den wanzenartigen Tieren an *(Hemiptera)*, und zwar innerhalb dieser Ordnung der Gattung *Halobates* und einer oder zwei nahestehenden. Allerdings gibt es noch mehrere andere meerbewohnende Insekten; allein da sich dieselben dicht an der Küste aufhalten und zum Teil wohl auch ans Land gehen, so können sie nicht eigentlich pelagisch genannt werden. Unter diesen letzteren, die Küstengewässer bewohnenden Insekten finden sich Käfer *(Aëpus, Hesperophilus)*, Wanzen *(Aëpophilus)*, Netzflügler *(Philasmus, Molanna)*, Zweiflügler *(Chironomus oceanicus)*. Es möge genügen, diese Namen aufgeführt zu haben. Zum Unterschied von diesen Insekten bewohnen die *Halobates* ausschließlich den offenen Ozean, wo man sie oft viele hundert Meilen vom Lande entfernt antrifft.

Über die pelagischen *Halobates* und Verwandte ist im vorigen Jahre eine ausführliche Monographie in den »Reports of the scientific results of the Challenger-Expedition« erschienen[1]. In Anlehnung an diese vortreffliche Arbeit wollen wir uns mit den interessanten *Halobates* etwas näher bekannt machen.

Was am Körper von *Halobates* sofort auffällt, ist die kolossale Entwickelung des Thorax im Vergleich zu dem winzigen Abdomen. Der ganze Körper ist mit feinen, kurzen Härchen bedeckt, meist von grauer Farbe. Nur wenige Spezies zeichnen sich durch einige bunte Zeichnungen auf der Rückenseite des Körpers aus. Alle Arten aber besitzen zwei rötlich-gelbe Flecken auf der Oberseite des Kopfes. Die Augen sind groß und vorspringend und liegen an den hinteren Ecken des meist dreieckigen Kopfes, so zwar, daß sie den Kopf selbst nach hinten etwas

[1] Report on the pelagic Hemiptera procured during the Voyage of H. M. S. Challenger, in the years 1873—1876. By F. Buchanan White M. D., F. L. S.

überragen und dem Thorax anliegen. Die Antennen sind wenigstens halb so lang als der Körper und bestehen aus vier Gliedern; zwischen dem zweiten und dritten und zwischen dem dritten und vierten Glied findet sich je ein kleines Glied eingeschaltet.

Die Mandibeln sind durch eine Reihe von Zähnen ausgezeichnet, welche mit ihren Spitzen nach hinten gerichtet sind und in einer Reihe hintereinander stehen. Die Maxillen sollen nach Buch. White folgenden Bau haben: Jede Maxille besteht aus einer nach innen geöffneten Halbrinne und ist auf der äußern Seite mit feinen, nach hinten gerichteten Härchen versehen. Von den Rändern jeder Halbrinne gehen oben und unten feine gekrümmte Haare zur andern Halbrinne hinüber, welche offenbar den Verschluß der beiden Rinnen zu einem Rohr bewerkstelligen.

Am Thorax kann man nur zwei Abschnitte unterscheiden, da Mittel- und Hinterbrust mit einander verschmolzen sind. Das Abdomen ist klein, nach hinten zusammengedrückt und, soweit äußerlich sichtbar, von dreieckigem Umriß, mit der Spitze nach hinten. Mit Einschluß der Genitalsegmente setzt sich das Abdomen aus neun Segmenten zusammen, von denen die ersten drei vom Metanotum bedeckt sind. Auf die Verschiedenheit des Abdomens in bezug auf die Geschlechter sowie auf die Geschlechtsorgane selbst wollen wir nicht näher eingehen.

Von den Beinen sind die vorderen am kürzesten und, der Lebensweise entsprechend, zum Fangen und Greifen eingerichtet. Der Tarsus besteht aus zwei Gliedern. Das vorderste Tarsalglied ist etwa in der Mitte seiner Länge gespalten. Im Grunde der Spalte sind zwei gekrümmte, scharfe Klauen eingesenkt. Zwischen und etwas hinter den Klauen vor kommt ein dünner rippenähnlicher Fortsatz, der etwas länger, aber schmäler als die Klauen ist. Die Mittelbeine sind die längsten und die Ruderorgane der Tiere; wenn man die Tiere lebend beobachtet hat, wie ich das auf meiner Reise von Brasilien nach England sehr oft zu thun Gelegenheit hatte, so muß man diese Beine für eine vortreffliche Anpassung an die pelagische Lebensweise der *Halobates* halten. Die Tibia und das erste Tarsalglied sind nämlich auf der inneren Seite mit dicht neben einander stehenden langen Haaren besetzt, die zusammen eine dichte, breite Ruderplatte bilden. Die Hinterbeine entbehren der Ruderhaare und haben nur ein Tarsalglied, welches ähnlich gebaut ist wie das äußerste Glied der Mittelbeine.

Die verwandte Gattung *Halobatodes* unterscheidet sich von *Halobates* hauptsächlich dadurch, daß auch den Mittelbeinen die Ruderhaare fehlen. Andere Unterscheidungsmerkmale sind gegeben in der verschiedenen Form des Kopfes, in der Tibia der Vorderbeine, in dem zweigliedrigen Tarsus der Hinterbeine u. s. w. Sowohl *Halobates* wie *Halobatodes* fehlen die Flügel vollständig. Da nicht einmal mehr Rudimente zu erkennen sind, so dürfte die Flügellosigkeit von hohem Alter sein.

Über den inneren Bau sowie über die Entwickelung der Halobatiden ist zur Zeit noch fast nichts bekannt, so daß hier für Zoologen, welche

etwa auf einem Segelschiff Gelegenheit haben, öfter diese Tiere zu fangen, ein dankbares Untersuchungsobjekt vorliegt.

Auch über die Lebensweise der Wasserwanzen fehlen noch umfassende Beobachtungen; was bisher bekannt wurde, beschränkt sich auf vereinzelte Mitteilungen von Reisenden. Ich habe auf meiner Reise die *Halobates* an manchen Tagen in ziemlich großer Anzahl getroffen; meistens hielten sie sich vor dem Bug des Schiffes auf, wo sie auf der Oberfläche des ziemlich ruhigen Meeres pfeilschnell hin- und herschossen, so daß sie sehr schwer zu erwischen waren. Mr. Murray, einer der Naturforscher des »Challenger«, sagt, die Mehrzahl der mit dem Netz gefangenen Exemplare sei tot gewesen, wenn sie an Bord kamen. Ich kann diese Beobachtung bestätigen. Einmal hat Mr. Murray beobachtet, daß ein *Halobates* tauchte. Mr. J. J. Walker hat eine ebensolche Beobachtung gemacht; indessen bleibt es doch immer noch fraglich, ob alle Arten von *Halobates* tauchen können.

Wovon leben die *Halobates*? Ich bin mir während meiner Reise über diese Frage nicht klar geworden und auch in der Arbeit von Buch. White finde ich in bezug auf diesen Punkt nur eine Bemerkung von Mr. Murray vom »Challenger«, die mir aber keineswegs abschließend vorkommt. Mr. Murray sagt nämlich, daß er bemerkt habe, daß, wenn er sich mit dem Boote einer toten *Porpita*, *Physalia* oder einem andern auf der Meeresoberfläche schwimmenden toten Wesen genähert habe, gelegentlich drei oder vier *Halobates* an diesem toten Körper gewesen seien. Anfangs habe er geglaubt, die *Halobates* benutzten diese Leichen nur als Landungs- oder Ruheplätze, später aber sei er zu dem Glauben gekommen, daß die Insekten sich von den Leichnamen der Tiere ernährten. Wie man sieht, ist diese Bemerkung nichts weniger als beweisend; der Thatbestand ist einfach der, daß wir nicht wissen, welche Nahrung unsere Meereskerfe zu sich nehmen. Vielleicht ließe sich durch mikroskopische Untersuchung des Mageninhaltes die Frage der Entscheidung näher bringen. Reisende Naturforscher möchte ich auf diesen Punkt besonders aufmerksam machen.

Buch. White unterscheidet elf Spezies von *Halobates*. Von diesen sind fünf im Atlantischen Ozean gefunden worden; indessen ist nur eine derselben diesem Ozean eigentümlich. Sechs Arten wurden im Indischen Ozean beobachtet; zwei von diesen sind demselben ausschließlich angehörig. Im westlichen Teile des Stillen Ozeans wurden acht Arten angetroffen, vier derselben nur dort. Buch. White meint, daß die Gegend zwischen dem östlichen Teile des Indischen und dem westlichen Teile des Stillen Ozeans der »Schöpfungsmittelpunkt« der Gattung sei, von dem aus die verschiedenen Arten sich ausgebreitet hätten. Das Verbreitungsmittel werden nach White die ozeanischen Strömungen gewesen sein.

Wie der Leser sieht, sind unsere Kenntnisse von dem Bau, der Entwickelung und Lebensweise der merkwürdigen pelagischen Wanzen zur Zeit noch recht dürftig.

Von der verwandten Gattung *Halobatodes* beschreibt Buch. White

vier Spezies, von denen es aber nicht einmal gewiß ist, ob sie sämtlich Meeresbewohner sind. Ja vermutlich sind drei derselben Süßwasserwanzen; nur von einer Art sagt Frauenfeld, daß er sie im Chinesischen Meere gefunden habe. Über die Lebensgewohnheiten und die Entwickelung von *Halobatodes* ist nichts bekannt. Buch. White glaubt, diese Gattung habe sich aus *Halobates* entwickelt.

Dr. Wilhelm Breitenbach.

Die Zwiegestalt der Männchen der nordamerikanischen Flusskrebse[1].

Die erwachsenen Männchen der zahlreichen Flußkrebsarten Nordamerikas, welche zur Gattung *Cambarus* gehören, treten in zwei verschiedenen Formen auf, welche von Hagen mit der ihm eigenen Sorgfalt beschrieben worden sind. Die eine (Hagen's »zweite Form«) nähert sich durch die minder scharf ausgeprägte Skulptur des Panzers, die Form der Fußklauen u. s. w. den Weibchen und den jugendlichen Männchen; von denen dieser letzteren kaum verschieden ist auch das erste Paar der Hinterleibsanhänge, das bei der Paarung eine wichtige Rolle spielt. Bei der anderen (Hagen's »erster Form«) sind diese Anhänge weit stärker entwickelt und ganz abweichend gestaltet, die Skulptur des Panzers schärfer ausgeprägt, die Klauen größer und kräftiger u. s. w. — Zwischenformen zwischen den zweierlei Männchen fehlen. Einzelne Tiere der ersten Form sind größer als solche der zweiten und umgekehrt, so daß letztere nicht einfach als Jugendform der anderen betrachtet werden kann. Die inneren Geschlechtsteile sind minder entwickelt bei der »zweiten Form«; mikroskopisch konnte Hagen, der keine frischen Tiere hatte, sie nicht untersuchen. Hagen vermutete, daß diese Männchen der »zweiten Form« unfruchtbare Tiere sein möchten.

Eine unerwartete Lösung hat nun vor kurzem die Frage nach der Bedeutung der zweierlei Krebsmännchen durch Walter Faxon gefunden. Derselbe hatte 1875 aus Kentucky lebende Weibchen und Männchen der ersten Form von *Cambarus rusticus* erhalten; sie paarten sich in der Gefangenschaft und nach der Paarung häuteten sich drei Männchen, die nebst den abgeworfenen Häuten in Weingeist gesetzt wurden. Nun findet sich jetzt, daß diese gehäuteten Männchen der »zweiten Form«, ihre abgeworfenen Häute der »ersten Form« angehören. Ebenso konnte Walter Faxon ein in der Häutung gefangenes Männchen von *Cambarus propinquus* aus Wisconsin untersuchen; auch hier war aus einer Haut der »ersten Form« ein Männchen der »zweiten Form« gekrochen. Männchen also, die in der »ersten Form« Geschlechtsreife erlangt hatten, kehren

[1] Walter Faxon, on the so-called Dimorphism in the genus *Cambarus*. American Journ. of Science. Vol. XXVII. January 1884, pag. 42.

nach der Paarung wieder zurück zu der jugendlicheren, den Weibchen ähnlicheren »zweiten Form«. Man darf wohl annehmen, daß sie in dieser Form nicht verharren, sondern vor der nächsten Paarung durch eine neue Häutung zur »ersten Form« zurückkehren, also abwechselnd bald in dem einen, bald in dem anderen Gewande auftreten. Die »erste Form« wäre demnach nichts anderes als das Hochzeitsgewand der Männchen.

Walter Faxon meint, daß die von mir bei *Tanais* und *Orchestia* beobachtete Zwiegestalt der Männchen vielleicht in gleicher Weise wie bei *Cambarus* zu erklären sein möge. Indessen erwiesen sich in diesen Fällen beiderlei Männchen bei mikroskopischer Untersuchung als geschlechtsreif, und außerdem haben bei *Tanais* diese geschlechtsreifen Männchen, wie auch für andere Arten von anderen bestätigt wird, keine Freßwerkzeuge, können also in diesem Zustande nicht lange leben und mithin nicht Formen sein, die dasselbe Tier abwechselnd annimmt.

Fritz Müller.

Litteratur und Kritik.

Dr. Ernst Mach, Professor der Physik an der Deutschen Universität zu Prag: Die Mechanik in ihrer Entwickelung historisch-kritisch dargestellt. Mit 250 Abbildungen. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1883. X u. 483 Seiten. (Zugleich 59. Bd. der internationalen wissenschaftlichen Bibliothek.)

Dieses vortreffliche Buch des hochangesehenen Physikers, der in einer seiner anderen Schriften die große Bedeutung der neuen Entwickelungslehre auch für die physikalischen Disziplinen hervorgehoben hat und (wie schon früher der Ref.) Darwin Galilei an die Seite stellt, verdient in jeder Beziehung von den Lesern dieser Zeitschrift studiert zu werden, denen es um Aufklärung in bezug auf die wichtigsten Lehrsätze der Mechanik zu thun ist. Die Methode, deren sich der Verfasser bedient, um auch dem mathematisch Ungeschulten den wesentlichen realen Inhalt der Mechanik völlig assimilierbar zu machen, ist eine ganz andere als die eines Lehrbuches, ist nicht dogmatisch, sondern historisch-kritisch und in einem gewissen Sinne entwickelungsgeschichtlich, sofern von ihm gezeigt wird, wie »der Kern der Gedanken der Mechanik sich fast durchaus an der Untersuchung sehr einfacher besonderer Fälle mechanischer Vorgänge entwickelt«. Das richtige Wort für die Kennzeichnung dieser Methode der Darstellung und Unterweisung ist genetisch. Denn für den denkenden Leser, welcher Schritt für Schritt dem Autor folgt, entsteht aus dem einfachen Fall nach und nach vollkommen unge-

zwungen eine lange Reihe von immer verwickelteren Fällen und zugleich wächst von Fall zu Fall die Überzeugung von der Unzulässigkeit des einen, der Zulässigkeit des anderen Erklärungsprinzips. Dabei wird der von den großen Forschern, deren Reihe mit Archimedes beginnt, bis zur Auffindung des richtigen Prinzips eingeschlagene Weg genau beschrieben und öfters, was die Lektüre besonders anziehend macht, daneben gezeigt, wie man zu ihm hätte kürzer gelangen können. Die zahlreichen meist sehr einfachen Holzschnitte im Texte erläutern diese Gedankenbahnen in anschaulicher Weise, während die nicht selten der Vollständigkeit halber eingeschalteten mathematischen Formeln selbst den dieser Symbolik abholden Leser nicht abschrecken können, da er sie nur zu überspringen braucht. Die Hauptsache verliert dadurch nichts von ihrem fesselnden Reize. Erhöht wird dieser noch durch eine Fülle von eingestreuten allgemeinen Bemerkungen über Naturforschung überhaupt, welche den eigentümlichen vom Verfasser eingenommenen und von ihm als antimetaphysisch bezeichneten Standpunkt charakterisieren. Einige Beispiele: »Die Naturwissenschaft tritt nicht mit dem Anspruch auf, eine fertige Weltanschauung zu sein, wohl aber mit dem Bewußtsein, an einer künftigen Weltanschauung zu arbeiten. Die höchste Philosophie des Naturforschers besteht darin, eine unvollendete Weltanschauung zu ertragen und einer scheinbar abgeschlossenen, aber unzureichenden vorzuziehen.« »Alle Wissenschaft hat Erfahrungen zu ersetzen oder zu ersparen durch Nachbildung und Vorbildung von Thatsachen in Gedanken, welche Nachbildungen leichter zur Hand sind als die Erfahrung selbst und dieselbe in mancher Beziehung vertreten können. Diese ökonomische Funktion der Wissenschaft« spricht sich in der Forschung wie im Unterricht überall deutlich aus. »Die Erfahrungen werden . . . symbolisiert«, und zwar in den Zahlzeichen, den mathematischen Zeichen, den Noten, Schriftzeichen überhaupt. »Jeder, der den ganzen Verlauf der wissenschaftlichen Entwickelung kennt, wird natürlich viel freier und richtiger über die Bedeutung einer gegenwärtigen wissenschaftlichen Bewegung denken, als derjenige, welcher, in seinem Urteil auf das von ihm selbst durchlebte Zeitelement beschränkt, nur die augenblickliche Bewegungsrichtung wahrnimmt.« Und doch gehören historische Studien auf dem Gebiete der ihrer neueren Entdeckungen und Erfindungen in den verschiedensten Spezialfächern sich rühmenden modernen Naturwissenschaft, die unserer Zeit das Gepräge gab, zu den Seltenheiten. Das vorliegende Buch ist wohl geeignet, diesem Mangel abzuhelfen, und wird hoffentlich auch bei der heranwachsenden Generation die Begeisterung für das reine Forschertum eines Stevin und Guericke, eines Huyghens und Newton aufs neue beleben, die unermeßliche Fruchtbarkeit des genetischen Verfahrens beim Lernen und Lehren, beim Untersuchen und Erkennen darthun helfen und der Selbständigkeit des Denkens neue Freunde zuführen.

Jena. Preyer.

Von Leunis' Synopsis, I. Teil: Zoologie, 3. gänzl. umgearbeitete Aufl. v. Prof. Dr. H. Ludwig (Hannover, Hahn'sche Buchhandlung) ist noch am Schlusse des vorigen Jahres die zweite Hälfte des I. Bandes erschienen. Dieselbe umfaßt den Rest der Wirbeltiere, die Tunikaten und die Mollusken. Die großen Vorzüge, welche wir der ersten Hälfte dieses Bandes nachrühmen konnten (s. Kosmos XII, 399), läßt auch der vorliegende Halbband überall erkennen; die gewiß nicht leichte Aufgabe, unter Beibehaltung der bewährten Leunis'schen Methode und Form das vielbegehrte Werk, das doch bisher vorzugsweise praktische Ziele verfolgt hatte, soweit umzugestalten, daß auch Morphologie, Physiologie und allgemeinere biologische Gesichtspunkte zu der Geltung kommen, die ihnen gegenwärtig auch in einem solchen Buche gebührt, ist trefflich durchgeführt und wir können dasselbe somit nur aufs wärmste empfehlen. Freilich stimmen wir ganz dem Verfasser bei, wenn er im Vorwort meint, es wolle ihm jetzt allerdings bedünken, als sei er in der Beschränkung des Stoffes manchmal (namentlich im allgemeinen Teile) zu weit gegangen; allein so lange in höheren wie in niederen Schulen die Lehrpläne noch vorschreiben, daß Zoologie und Botanik durchaus als »beschreibende« Fächer im alten Sinne betrieben werden, mag wohl die Mehrzahl derer, für die das Buch eigentlich bestimmt ist, mit Recht anderer Meinung sein. Die Paläontologie hat wenigstens insofern größere Berücksichtigung gefunden, als die ausgestorbenen Ordnungen der Reptilien, Ganoiden und Cephalopoden je in einem besonderen kurzen Abschnitt besprochen werden. Daß die Systematik überall auf dem neuesten Standpunkt steht, braucht kaum hervorgehoben zu werden. Das alphabetische Register ist fast ausschließlich Namenregister; die Stichwörter für so viele anatomische und entwickelungsgeschichtliche Bezeichnungen wären aber gewiß den meisten Lesern sehr willkommen gewesen.

In Kürze sei hier noch auf eine Anzahl neuerer litterarischer Erscheinungen hingewiesen, die für unsere Leser von besonderem Interesse sein dürften und die wir zum Teil später noch eingehend zu besprechen gedenken.

Von Darwin's unsterblichem Hauptwerk, der »Entstehung der Arten,« ist soeben eine siebente deutsche Ausgabe von Prof. J. V. Carus erschienen, die als »nach der letzten englischen Auflage wiederholt durchgesehen« bezeichnet wird. Daß dies in der That zum wesentlichen Vorteil des Buches durchweg mit Sorgfalt geschehen ist, können wir auf Grund vielfacher Vergleichung früherer Ausgaben mit Vergnügen bestätigen. Auch die Ausstattung verdient alles Lob: das Papier ist feiner, der Druck erscheint, obwohl in etwas kleineren Typen ausgeführt, doch erheblich klarer und angenehmer lesbar, und als passende Zierde ist dem Buche ein neues Bild seines Urhebers in Photographiedruck beigegeben, das ihn stehend, in Hut und weitem Mantel zeigt, wie er, an eine mit wildem Wein umsponnene Säule seines Gartens in Down gelehnt, sinnend in die Ferne blickt — unstreitig die ansprechendste Darstellung unseres verehrten Meisters, die uns bisher zu Gesicht gekommen ist.

Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, I. Band: Pilze, von Dr. G. Winter. Leipzig, Verlag von Ed. Kummer. Von diesem verdienstvollen Werke, dem wir schon früher eine Besprechung gewidmet (Bd. XII, S. 471), ist die erste Abteilung, enthaltend die Schizomyceten, Saccharomyceten und Basidiomyceten, mit der 13. Lieferung zum Abschluß gekommen. Der Preis dieses 924 S. starken, mit 1240 Abbildungen geschmückten Buches beträgt M. 31,20. Für die zweite Abteilung, die in ca. 17 weiteren Lieferungen bis Ende 1886 beendigt sein soll, sind zur Bearbeitung der Discomyceten Dr. H. Rehm, der Oomyceten Prof. Dr. A. de Bary gewonnen worden. Nach Schluß des Werkes kommen wir ausführlicher darauf zurück.

Zugleich kündigt die Verlagshandlung an, daß als III. Band der »Kryptogamenflora« die »Farnpflanzen oder Gefäßbündelkryptogamen (Pteridophyta)«, bearbeitet von Dr. Chr. Luerssen in Leipzig, demnächst erscheinen werden, in ca. 4 Lieferungen zu M. 2,40. Mit Befriedigung citieren wir aus dem Prospekt folgende Stelle: »Verf. wird diese Pflanzengruppe im Lichte der neueren Morphologie vorführen, die Diagnosen und Beschreibungen ausführlicher und unter Aufnahme von weiteren Momenten geben, als sonst in floristischen Werken üblich ist. Es leitete ihn dabei einmal die Erfahrung, daß Anfänger — und auch solchen soll ja das Werk in erster Linie ein Führer in das Studium der »Gefäßkryptogamen« sein — beim Gebrauch der kurzen, nur ein oder wenige Merkmale hervorhebenden Diagnosen der Floren nur zu häufig in den Gedanken sich einleben, als hätten sie nun alle Charaktere der Pflanze erschöpft; zweitens beabsichtigte er, durch so mancherlei auf den ersten Blick vielleicht als überflüssig erscheinende Bemerkungen auch denjenigen, die bereits Artenkenntnis besitzen, Anregung zu weiterem Beobachten der Arten nach jeder Richtung hin zu geben.« Im Hinblick auf die treffliche Ausführung ähnlicher Bestrebungen, wie sie Verf. früher schon geboten hat (wir machen ganz besonders auf die viel zu wenig verbreiteten Auerswald-Luerssen'schen »Botanischen Unterhaltungen« aufmerksam), dürfen wir mit Bestimmtheit eine höchst anregende und verdienstvolle Arbeit erwarten.

Prof. G. Jäger's »Entdeckung der Seele« (Leipzig, E. Günther's Verlag) ist in der eben erscheinenden dritten Auflage auf zwei Bände erweitert, indem außer zahlreichen Zusätzen zu den früheren Kapiteln namentlich noch die neueren und neuesten Entdeckungen des Verf. hinzugekommen sind. Die vom II. Bd. vorliegenden Lieferungen besprechen: Die Neuralanalyse, wobei speziell auch auf die homöopathischen Verdünnungen eingegangen wird, mit einem Nachtrag über das verbesserte Hippsche Chronoskop, dann »Seele und Geist im Sprachgebrauch«, endlich ganz besonders ausführlich »Die Seele der Landwirtschaft« auf Grund zahlreicher Kulturversuche. Man darf auf den Abschluß des Werkes mit Recht gespannt sein. V.

Berichtigung.

Um sie mit der neuesten systematischen Anordnung der amerikanischen Marantaceen[1] in Einklang zu bringen, bedürfen die nach Endlicher's Genera plantarum bestimmten Gattungsnamen der Arten, deren Früchte ich im Kosmos (Bd. XIII S. 277) besprach, meist einer Änderung.

1. (»*Phrynium*«) ist eine *Calathea*.

2. (»*Thalia*«) ist ein *Ischnosiphon*, dessen abfallende Deckblätter jedoch nicht zu Eichler's Diagnose passen.

3. (»*Maranta*«) ist eine *Maranta* auch in Eichler's Sinne. Dagegen ist die beiläufig erwähnte zweite *Maranta*-Art eine *Stromanthe*.

4. (»Marantacee mit weißgestreiften Blättern aus dem Affenwinkel«) ist eine *Ctenanthe*; doch paßt auf sie nicht die »sehr kurze, weite Blumenröhre« der Eichler'schen Diagnose.

Blumenau, 28./3. 1884. Fritz Müller.

[1] A. W. Eichler, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Marantaceen. Berlin, 1884.

Empfangsbestätigung.

Infolge des seiner Zeit hier veröffentlichten Aufrufs (s. oben S. 161) sind uns für die »Hermann-Müller-Stiftung« bisher nachstehend verzeichnete Beiträge (sämtlich aus Dresden) zugegangen:

	M.	Pf.		M.	Pf.
Dr. Ebert	1.	—.	Purgold	2.	—.
H. Engelhardt	2.	—.	Jani	5.	—.
Flamant	1.	—.	Erler	1.	—.
Voss	1.	—.	Klette	1.	—.
A. Kayser-Langerhanss	3.	—.	B. Vetter	6.	—.
O. Friedrich	1.	—.	O. Thüme	1.	—.
Cl. König	2.	—.	F. Illing	3.	—.
Dr. C.	2.	—.	Dr. Raspe	2.	—.
A. Thümer	2.	—.			
			Summa	36.	—.

Indem wir den verehrten Gebern hiermit unsern aufrichtigsten Dank aussprechen, bitten wir alle Leser des »Kosmos« nochmals um recht lebhafte Beteiligung an dem edlen Werke. Die Redaktion.

Ausgegeben den 25. Juni 1884.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00876 3930